



**LAS ANALOGÍAS COMO RECURSO DIDÁCTICO: USO DEL LENGUAJE
CIENTÍFICO Y APRENDIZAJE DE LA COMBUSTIÓN**

YUCY YADIRA PINO GUTIÉRREZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES**

2018

**LAS ANALOGÍAS COMO RECURSO DIDÁCTICO: MANEJO DEL LENGUAJE
CIENTÍFICO Y APRENDIZAJE DE LA COMBUSTIÓN**

YUCY YADIRA PINO GUTIÉRREZ

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor:

Mg. Ana Milena López Rúa

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES**

2018

A mi hija, mi mayor motivación para ser cada día mejor persona.

Agradecimiento

A Dios por darme la vida y permitir que pudiera culminar este proceso.
A mis padres y hermanos que siempre han creído en mí y me han apoyado en cada proyecto que emprendo.
A mi esposo e hija, que estando presentes sintieron mi ausencia por cumplir con las exigencias de mi carrera.
A mi asesora de tesis, Magister Ana Milena López Rúa por sus conocimientos, apoyo y creer en mí y en mi trabajo y orientarme con dedicación aun desde la distancia.
A los estudiantes de grado 10° de la Institución Educativa Agroambiental Carlos Holguín Mallarino de Nóvita, Chocó; sin ellos no hubiese sido posible el proceso investigativo.

RESUMEN

El propósito de la investigación es caracterizar el aporte de las analogías como recurso didáctico, al manejo adecuado del lenguaje científico y al aprendizaje de la combustión en 12 estudiantes de 10° de una Institución educativa del Chocó. La investigación se realizó mediante la metodología cualitativa – descriptiva, incluyendo el diseño y aplicación de una unidad didáctica que con diversas actividades se identificaba la analogía entre la combustión y la práctica ancestral de cocinar en fogón de leña; los primeros resultados sugieren que el 50% de los estudiantes explica el concepto de combustión teniendo en cuenta la importancia del oxígeno, lo que los ubica en el modelo explicativo de oxidación; sin embargo, se evidenció una dificultad en el uso del lenguaje científico porque las explicaciones estaban cargadas de términos comunes, restando rigurosidad el concepto que se quiso explorar; también se pudo observar que la analogía permitió que los estudiantes identificaran los elementos de la combustión desde el nivel macroscópico; a pesar de presentarse limitaciones nivel microscópico.

Palabras clave: analogías, lenguaje científico, combustión, flogisto.

ABSTRACT

The purpose of the research is to characterize the contribution of the analogies as a didactic resource, to the proper handling of the scientific language and to the learning of the combustion in 12 students of 10° of an educational Institution of the Chocó. The research was carried out through the qualitative - descriptive methodology, including the design and application of a didactic unit that, with different activities, identified the analogy between combustion and the ancestral practice of cooking in a wood stove; the first results suggest that 50% of the students explain the concept of combustion taking into account the importance of oxygen, which places them in the explanatory model of oxidation; However, there was a difficulty in the use of scientific language because the explanations were loaded with common terms, subtracting rigorousness from the concept that was wanted to be explored; It was also observed that the analogy allowed students to identify the elements of combustion from the macroscopic level; despite presenting microscopic level limitations.

Key words: analogies, scientific language, combustion, phlogiston.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	11
CAPITULO 1	13
1. Planteamiento del problema de investigación.....	13
1.1. Definición del problema.....	13
1.2. Justificación.....	15
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
CAPITULO 2.....	18
2. Antecedentes y Marco Teórico	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Referente teórico	23
2.2.1. El lenguaje en la enseñanza de las ciencias	23
2.2.2. Lenguaje cotidiano vs. Lenguaje científico.....	24
2.2.3. Las analogías como recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias.....	25
2.2.4. Historia y epistemología de la combustión: sus modelos explicativos.	31
CAPITULO 3.....	35
3. Metodología	35
3.1. Enfoque de la investigación	35
3.2. Unidad de trabajo	35
3.3. Unidad de análisis	36
3.4. Técnicas e instrumentos	36
3.4.1. Diario de campo o diario docente.....	36
3.4.2. Cuadros de trabajo.....	37
3.4.3. Instrumentos de lápiz y papel.....	37
3.4.4. Entrevistas semi-estructuradas.	37
3.4.5. Medios audiovisuales.	37
3.5. Técnicas para el análisis de la información.....	38
3.6. La unidad didáctica.	38

3.6.1. Momento de ubicación.	38
3.6.2. Momento de desubicación.	38
3.6.3. Momento de reenfoque.	39
3.7. Diseño metodológico.	39
CAPITULO 4.	41
4. Análisis De Resultados	41
4.1 Momento de ubicación	41
4.2 Momento de desubicación.	46
4.2.1 Categoría analogías. Fogón de leña – combustión	47
4.2.2 Categoría modelos explicativos de la combustión	54
4.2.3 Categoría usos del lenguaje.	56
4.3 Momento de reenfoque.	58
4.3.1 Categoría Analogías	58
4.3.1.1 Inciso a. analogía leña – combustible.	61
4.3.1.2 Inciso b. analogía Ceniza - Cal.	62
4.3.1.3 Inciso c. analogía candela- fuego – llama	63
4.3.1.4 Inciso d. analogía aire- comburente.	64
4.3.2 Análisis de la aplicación del post test:	65
4.3.3 Obstáculos de aprendizaje - momento de reenfoque	70
Conclusiones	74
Recomendaciones	76
Referencias.	77
Anexos	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias entre el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano	24
Tabla 2. Frases y equivalentes para analogías.	30
Tabla 3. Categorías y subcategorías de investigación	36
Tabla 4. Matriz de análisis modelos explicativos de la combustión.....	42
Tabla 5. Obstáculos presentados por los estudiantes frente al concepto.	45
Tabla 6. Matriz con obstáculos de diferente naturaleza.....	52
Tabla 7. Matriz de analogías fogón de leña – Combustión.....	59
Tabla 8. Modelos explicativos de la combustión y obstáculos de diferente naturaleza en momento de reenfoque.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño metodológico	40
-------------------------------------	----

LISTA DE IMÁGENES

<i>Imagen 1. Fogón de leña tradicional</i>	58
--	----

Introducción

La enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales (Biología, Química, Física y Educación Ambiental), debería realizarse en diversos espacios que van desde el aula propiamente dicha, los laboratorios de ciencias naturales tanto físicos como los del entorno virtual (simuladores), hasta el laboratorio real, cual es la naturaleza misma o el entorno, que provee los recursos necesarios que al ser combinados con las estrategias docentes, pueden posibilitar que los estudiantes se apropien con mayor facilidad de los conceptos, procesos o fenómenos estudiados, ya que sus sentidos se impresionan cuando es él el actor principal de su proceso de aprendizaje; aunque en ocasiones resulta difícil hacer uso del medio físico y es ahí donde el maestro utiliza las metáforas, los modelos o las analogías para recrear en el aula la temática que se quiere estudiar.

Una analogía es una comparación o relación entre una situación o dominio conocido o familiar con otro desconocido, en la cual convergen puntos de equivalencia, a partir de los cuales, se propone realizar una explicación cercana al conocimiento científico del concepto o fenómeno en mención. Las analogías han sido ampliamente utilizadas en el lenguaje cotidiano, en las aulas de clase de forma inconsciente o planeada por los docentes, como también se han constituido en objeto de estudio para muchos docentes investigadores, quienes tratan de focalizar las ventajas y desventajas de su aplicación.

El presente trabajo de investigación contiene los resultados de la ejecución de un proyecto, donde se utilizaron las analogías como recurso didáctico para el manejo del lenguaje científico y aprendizaje de la combustión en los estudiantes de 10° de la Institución Educativa Agroambiental Carlos Holguín Mallarino de Nóvita, Chocó. El proyecto fue desarrollado por medio de una unidad didáctica (UD) que, con diversas actividades, entre ellas, un laboratorio de cocina, los estudiantes cocinaron en un fogón de leña para aprender y explicar con lenguaje científico el concepto de combustión y sus elementos. La UD se dividió en 3 momentos: (1) Momento de ubicación, donde se exploraron las ideas previas, para clasificar los estudiantes en los distintos modelos explicativos de la combustión y los diferentes obstáculos de aprendizaje. (2) Momento de desubicación o de enseñanza donde se desarrollaron las actividades para superar

los obstáculos encontrados y movilizar los estudiantes desde los diferentes momentos explicativos de la combustión hasta el modelo explicativo de la oxidación. (3) Momento de reenfoque o de finalización, en que se evaluó el cambio conceptual de los estudiantes y por ende, la pertinencia de las actividades de la UD.

Finalmente, y luego de aplicar la unidad didáctica, se muestra el análisis y discusión de los resultados, de los cuales se extrajeron las conclusiones y sugerencias que pueden ser útiles en futuras investigaciones acerca de este tema.

CAPITULO 1

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Definición del problema

La actividad de enseñanza de las ciencias naturales que encierra la biología, la educación ambiental, la física y especialmente la química, en muchas ocasiones considera conceptos de representación abstracta, lo que produce desmotivación y dificultad en la apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes, debido a que es ininteligible el planteamiento de situaciones reales o tangibles por parte del profesor que permitan promover el aprendizaje, de forma que los alumnos se acerquen al concepto científico del fenómeno o proceso estudiado. Esta circunstancia ha conllevado a que la química se constituya en una de las asignaturas con mayor índice de pérdidas y por ende, de causa de repitencia o reprobación del año escolar en la secundaria; además de lo anterior, se observa que los estudiantes utilizan el lenguaje cotidiano para explicar fenómenos, procesos o conceptos de naturaleza científica y su aproximación al lenguaje científico es poca, lo que propicia una pérdida de la rigurosidad en la ciencia, reduciéndola a explicaciones comunes y en muchas ocasiones, a plantear hipótesis erróneas derivadas del uso inapropiado del vocabulario científico.

[Si se realiza una mirada a la forma como se efectúa el aprendizaje de la combustión, se evidencia] que los estudiantes interpretan la materia de forma continua y estática frente a la visión dinámica de los modelos científicos y conciben la materia tal como la perciben. Estas características de las problemáticas del aprendizaje de la química, se reflejan porque en algunos estudiantes es difícil interpretar, organizar y describir los cambios químicos que suceden en la combustión de diversas sustancias. De igual manera, no reconocen ni dan explicaciones acordes a lo que sucede químicamente en el proceso para identificar los productos de diversas combustiones, porque consideran la combustión como un cambio físico, utilizando criterios de clasificación como lo observable y no les es tan fácil la comprensión de este concepto como un cambio químico, debido a que se limitan a la visión macroscópica de la materia y no tienen en cuenta las interacciones atómico moleculares, y mucho menos energéticas (Pozo, Gómez, Limón y Sanz (1991), citados por Ariza y Parga (2011, pág. 47).

En el contexto del proyecto los estudiantes de grado 10, específicamente el grupo A, de la Institución Educativa Agroambiental Carlos Holguín Mallarino del municipio de Nóvita, Chocó, quienes serán los directos beneficiarios del proyecto, cuando escuchan la palabra combustión, la relacionan o hacen referencia a la explosión, sin tener en cuenta cómo se realiza el fenómeno o las condiciones necesarias para que ésta se lleve a cabo, lo que conlleva a dar explicaciones erróneas y uso desacertado cuando utilizan términos o vocablos técnicos que encierran el concepto anterior. Esta situación motiva o se convierte en el acicate para que los docentes comprometidos con el mejoramiento de las estrategias o prácticas aplicadas en el aula, en aras de facilitar la enseñanza-aprendizaje; hagan uso de manera inconsciente de ejemplos, comparaciones o analogías que permitan relacionar los conceptos estudiados que, en muchas ocasiones, son desconocidos por los estudiantes con elementos o sustancias de uso común y conocidas por ellos.

Como menciona el párrafo anterior, las analogías son muy utilizadas por el docente de forma inconsciente; sin embargo, conscientemente constituyen un recurso valioso, que permite la interacción entre el diálogo del alumno y el maestro para acercarse al conocimiento científico, monitoreando que éstas no atrapen la atención del estudiante (no se constituyan en obstáculos) de tal forma que el concepto estudiando se quede en el análogo, lo que dejaría un vacío conceptual y sería difícil llegar a plantear o hablar del concepto desde un lenguaje científico. Así entonces, como lo mencionan Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) la comunicación de modelos científicos entre expertos utiliza también elementos del lenguaje literario que enriquecen la descripción del modelo científico, como son la analogía y la metáfora.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el aporte de las analogías como recurso didáctico, al uso adecuado del lenguaje científico y al aprendizaje de la combustión en los estudiantes de grado 10 de la Institución Educativa Agroambiental Carlos Holguín Mallarino de Nóvita, Chocó?

1.2. Justificación

El quehacer educativo o día a día del proceso de enseñanza y aprendizaje, trae consigo diversas situaciones que en muchas ocasiones, brindan alegrías para festejar o celebrar con los estudiantes los triunfos o logros obtenidos, como también se generan situaciones donde el plan inicial o preparación de la clase, es insuficiente para llegar a considerar el proceso como exitoso; es allí donde el maestro necesita replantear o redireccionar la metodología utilizada para llegar a los alumnos, es de considerar que en ocasiones, el área de ciencias naturales y educación ambiental es compleja y revestida de abstracción, debido a que está conformada básicamente por la biología, la educación ambiental, la química y la física, que aun siendo disciplinas pertenecientes a la misma área se diferencian en la forma como plantean la enseñanza de cada una de ellas; es así como la física aplica los conceptos o teoremas y la biología y la química los modelos.

Haciendo la salvedad que la química siguió un desarrollo diferente se aparta de la categoría epistemológica de teorías, aludiendo a los epistemólogos del siglo pasado, y formulando la categoría de modelo científico, un tanto acorde con algunas líneas de investigación inherentes a la Nueva Didáctica de la Ciencia (Torres, 2006 citada por López, 2011, pág. 112).

Derivado de lo anterior se considera pertinente realizar las prácticas de aula de forma dinámica, donde el estudiante pueda interactuar directamente con el material de apoyo o recursos didácticos, de tal forma que sus sentidos se impresionen para favorecer la aprehensión de los conceptos estudiados en el aula. Por ello, el proyecto plantea la analogía cocinar en fogón de leña que al aplicar prácticas de cocina como laboratorios experimentales, los estudiantes tienen la oportunidad de vivenciar los procesos, más aún, cuando se da utilidad a las características del contexto donde ellos interactúan, lo que se puede denominar ciencia en contexto; dándole sentido real a las ciencias naturales, desmitificándolas al punto que los estudiantes consideren que su entorno y los recursos que brinda, incluida la riqueza cultural son laboratorio del que se puede aprender ciencias. Resulta valioso entonces, partir o tomar como referencia las ideas o preconceptos de los estudiantes para identificar obstáculos o limitaciones que tienen y las aptitudes en aras de mejorar o superar los errores y potenciar sus cualidades.

Dentro de este contexto los estudiantes de 10°A, poseen conocimientos sobre cómo se enciende un fogón de leña, cómo se mantiene el fuego y a la vez, conocen sobre la preparación de algunos platos típicos de la región. Estas preconcepciones son esenciales para diseñar una unidad didáctica que sirva como base conceptual y que sea a través del Modelo didáctico Analógico (MDA), que los estudiantes conceptualicen acerca de la combustión haciendo uso del lenguaje científico; como se plantea en los lineamientos curriculares de las ciencias naturales, que la comunicación en ciencias desarrolle en los estudiantes competencias comunicativas, tanto en el lenguaje cotidiano, como en el lenguaje propio de las ciencias.

Se puede inferir que las analogías son una estrategia válida para la enseñanza de la química, ya que le permite al estudiante acercarse al conocimiento científico a través de conceptos cotidianos y una vez comprendido dicho concepto el estudiante logra transformar sus ideas iniciales, enriqueciendo su conocimiento y logrando mejores interpretaciones (Unas, 2010, pág. 23).

Al desarrollar este proyecto, se espera que los estudiantes beneficiaros al utilizar el MDA con análogo *cocinar en fogón de leña*, logren una evolución conceptual que les permita utilizar el lenguaje científico para aprender o reconstruir el concepto de combustión que inicialmente tenían, también se pretende que cambien la concepción sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, que aduce que solo es efectiva cuando se utiliza el laboratorio propiamente dicho, subvalorando las costumbres autóctonas y los recursos del entorno.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Caracterizar el aporte de las analogías como recursos didácticos, al uso adecuado del lenguaje científico y al aprendizaje de la combustión en los estudiantes de grado 10 de la Institución Educativa Agroambiental Carlos Holguín Mallarino de Nóvita, Chocó.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los modelos explicativos y los obstáculos cognitivo-lingüísticos que tienen los estudiantes sobre la combustión.
- Establecer los alcances y limitaciones del uso de analogías para el aprendizaje de la combustión.
- Evaluar el cambio en los modelos explicativos de la combustión luego de aplicar una unidad didáctica basada en el modelo didáctico analógico (MDA) y el uso adecuado del lenguaje científico.

CAPITULO 2

2. Antecedentes y Marco Teórico

A continuación, se presentan algunas investigaciones que dan cuenta del aporte de las analogías a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Posteriormente, se presenta el marco teórico que da cuenta de los tópicos centrales de la investigación y los autores representativos que se han considerado durante el proceso.

2.1. Antecedentes

El uso de las analogías en la enseñanza de la ciencias ha sido muy común de manera inconsciente por los docentes en las aulas de clase; sin embargo por el apoyo y facilidad que proporcionan para el proceso de enseñanza y aprendizaje, algunos autores han dedicado especial cuidado planteándolas como una estrategia de trabajo en el aula, como lo indica Oliva y Adúriz (2005, pág. 1): “El papel de las analogías en la construcción y la comunicación del conocimiento ha sido ampliamente fundamentado desde distintos puntos de vista. Por ello, parece razonable pensar que las analogías constituyan un recurso valioso en la enseñanza de las ciencias”.

En este apartado, se presentan algunos autores que han estudiado y aplicado las analogías como recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias. A continuación, podrá leerse el detalle.

El trabajo de Oliva y Adúriz (2005) en el Simposio *Las Analogías en la enseñanza de las ciencias*, donde se relaciona el trabajo de cinco autores acerca de cómo las analogías son ampliamente utilizadas por los docentes y estudiantes en diversas áreas como recurso o estrategia didáctica, es uno de ellos. Los autores del simposio citan a Lydia Galagovsky (2001) y colaboradores, que utilizan las analogías para el aprendizaje bajo el Modelo Didáctico Analógico, MDA. José Fernández y Nicolás Elórtgui (2005), analizan la noción de *trama o relación analógica*. María del Mar Aragón y colaboradores (1999) analizan la relación entre comprensión de analogías y niveles de progresión de los modelos de materia. Agustín Adúriz-Bravo y colaboradores (2001), parten de la hipótesis que los modelos de la ciencia erudita, pueden ser asumidos por la ciencia escolar por medio de analogías y finalmente, José María

Oliva y colaboradores (2005), sostienen que el profesorado se apoya en el uso de las analogías como recurso didáctico. Como conclusión, los autores del simposio Oliva y Adúriz (2005) concluyen que las cinco comunicaciones coinciden en asumir la necesidad de superar aquellas metodologías tradicionales, que tienden a concebir las analogías simplemente como parte del discurso expositivo del profesor, orientándose, en su lugar, hacia estrategias en las que la analogía se introduce dentro de un marco interactivo y dialógico entre profesor y estudiantes.

Por otro lado, Linares (2006) en su trabajo acerca de *Uso de las analogías en los cursos de química en la Universidad del Valle*, describe dentro de su objetivo de estudio, cómo utilizaban las analogías los profesores y profesoras de química de dicha institución. Según esta autora, los docentes de los cursos de química las utilizan de forma consciente, inconsciente y pragmática, ya que se convierte en una herramienta facilitadora del aprendizaje, que al igual que los ejemplos, sacan de la abstracción los conceptos haciéndolos fáciles de aprehender con un lenguaje más común o coloquial.

Una buena analogía debe cumplir con tres condiciones: pragmática, semántica y estructural. La condición pragmática se refiere a que el propósito que se persiga con la analogía debe estar claro. Por otro lado, las semejanzas semánticas hacen referencia al uso de términos con significados similares en ambos dominios, mientras que las semejanzas estructurales se refieren a la similitud en las relaciones entre los objetos (Thagard, 1992, citado por Linares, 2006, pág. p.136).

Finalmente, el desarrollo de este proyecto llevó a encontrar entre el grupo de docentes participantes, cuatro (4) tipos de maestros clasificados de acuerdo con el uso de las analogías de la siguiente manera:

Entusiastas: se caracterizan por ver las ventajas en el uso de las analogías, manifiestan que son útiles en todos los temas y niveles de escolaridad.

Pragmáticos: reconocen el uso de las analogías en algunos tópicos, especialmente en los fundamentales.

Reflexivos: usan las analogías de forma consciente, reconocen sus ventajas y desventajas y además sostienen que el buen uso de las analogías es característico en los buenos docentes.

Reticentes: se caracterizan por mostrar de manera explícita su desacuerdo con las analogías, resaltan sus desventajas y manifiestan utilizarlas como último recurso.

Por otra parte, Raviolo y Garrizt (2007) abordan las analogías en la enseñanza del equilibrio químico, con la idea de presentar una revisión bastante exhaustiva de las analogías propuestas sobre el tema y discutir aspectos sobre su aprendizaje y enseñanza. Ejemplifican, además, el uso de las analogías en un tópico específico de la química y uno de los más abstractos y difíciles en el proceso de enseñanza como lo indican los autores; durante la investigación se estudiaron 73 analogías diferentes clasificadas en juegos, analogías familiares, experimentos, flujos, máquinas las cuales apuntaban al estudio del equilibrio químico, en tanto así, que algunas no cumplen a cabalidad las condiciones necesarias que necesita el equilibrio químico.

Muchas de las analogías encontradas ilustran un estado de equilibrio de composición constante; sin embargo, estático. Pocas analogías muestran el dinamismo de la reacción química con la ruptura de enlaces y redistribución de los átomos en las moléculas. Es por ello, aconsejable incluir en la enseñanza analogías como la de la “escuela de danza” o el “juego de los clips” (Raviolo y Garrizt, 2007, pág. 26).

Raviolo (2009) en su obra *Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química*, realiza un paralelo entre los términos, detallando sus similitudes y diferencias en la enseñanza de la química y explica que un modelo es una representación construida por el hombre para explicar, investigar o enseñar algo; la analogía es una comparación entre dos estructuras donde hay una conocida y otra desconocida y la metáfora es una comparación donde se transporta el sentido a otra pero en representación mental.

Modelos, metáforas y analogías forman parte natural de la explicación, muchas veces el profesor no es consciente de que los está usando. Su presentación no siempre es planificada, sigue un criterio intuitivo sin una reflexión pedagógica sobre su uso. Surgen automáticamente, especialmente ante preguntas de los alumnos o ante la percepción de la cara de desconcierto de los estudiantes. Suelen comenzar con expresiones coloquiales: “es cómo”, “es parecido a”, “es lo mismo que”, “es lo opuesto a”, “se puede representar como” (...) Se sugiere evitar las analogías improvisadas y utilizar analogías

testeadas y cuidadosamente preparadas, usar el conocimiento didáctico sistematizado (Raviolo, 2009, pág.59).

Unas (2012) es una autora que aborda el uso de analogías como estrategia de enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas, la autora en su tesis para obtener el título de magíster, pretende implementar el uso de las analogías para enseñar el concepto de reacción química, realiza un recorrido por diferentes investigadores sobre cómo aplicar analogías para estudiar conceptos en química.

La enseñanza de las ciencias naturales y en el caso particular de la enseñanza de la química, se ha visto abordada por una serie de dificultades que generan rechazo de los estudiantes por su aprendizaje, debido a diferentes factores, uno de ellos es la imagen que la enseñanza tradicional ha formado de esta ciencia, donde se muestra la química como un cúmulo de datos y conceptos ajenos a la realidad. De allí surge la necesidad de generar estrategias de enseñanza que tengan la capacidad de captar la atención de los estudiantes y que promuevan el aprendizaje de los conceptos químicos (Unas, 2012, pág. 11).

La autora implementa una pregunta para estudiar las ideas previas de las estudiantes frente a los conceptos de cambios físicos y químicos y comprueba que, aunque las estudiantes hablan del concepto, existen confusiones pues todas se equivocan en mínimo dos respuestas del interrogante y se hace necesario implementar más ejemplos con organismos vivos, de tal forma que puedan corregir sus equívocos. Para concluir, ella manifiesta que:

La implementación de las analogías como estrategias de enseñanza–aprendizaje en el concepto de reacción química, permite en los estudiantes mejorar el aprendizaje del concepto, puesto que se logra pasar del lenguaje cotidiano (analógico) al manejo del lenguaje científico. En la categoría relacionada con cambios químicos y cambios físicos, se logró un avance conceptual en las estudiantes, dado que identificaron correctamente el tipo de cambio y expusieron de forma clara sus argumentos sobre las situaciones planteadas; lo que indica que la explicación del tema a partir de analogías les brindó herramientas que facilitaron la comprensión del concepto. (Unas, 2012, pág. 68).

Aquí conviene detenerse un momento a fin de que, en los apartes anteriores, se realiza una descripción de algunos autores que han estudiado el uso de las analogías en la enseñanza de las ciencias. Ninguno de los anteriores, presenta una analogía relacionada con procedimientos o prácticas que posibiliten al estudiante, además de la comparación, llevar a la realidad los elementos del análogo, con el objetivo de acercarse al concepto científico en la construcción de los conceptos que se quieren estudiar, que para este caso se refiere a la combustión y cambios físicos en las sustancias.

El contexto de este proyecto presenta un análogo: cocinar en fogón de leña, que constituye un elemento de practica ancestral y uso común en las comunidades del municipio de Nóvita, donde se desarrolla el proyecto, ya que como comunidad afrodescendiente y a la vez campesina, la preparación de los alimentos en muchas de sus viviendas se realiza en fogón de leña. De hecho, la Institución Educativa Agroambiental Carlos Holguín Mallarino está en proceso de construcción del Proyecto Etnoeducativo Comunitario (PEC), que se constituye en el elemento que direcciona el quehacer institucional, incluyendo principalmente las formas cómo se llevarán a cabo las prácticas de aula, aprovechando los valores culturales y recursos con que cuenta la comunidad.

La etnoeducación afrocolombiana surge en el marco de las aspiraciones de obtener para los niños, jóvenes y adultos interesados en procesos de instrucción, una educación de calidad que diera respuesta a las necesidades de pertinencia social y pertinencia cultural. La pertinencia social debe conllevar a que el afrocolombiano realice mejor aprovechamiento de los recursos de su entorno en concordancia con sus opciones de etnodesarrollo. La pertinencia cultural debe expresarse en el desarrollo curricular, en el conocimiento de su historia, su cultura, reconocimiento, valoración y consolidación de su identidad (Garcés, 2008, pág. 193),

2.2. Referente teórico

2.2.1. El lenguaje en la enseñanza de las ciencias

El buen uso del lenguaje es una preocupación muy generalizada en la comunidad académica. Los docentes manifiestan encontrar muchos obstáculos lingüísticos en los estudiantes, especialmente, en cuanto al vocabulario o en cuanto al uso de terminología científica se refiere, es decir, la dificultad de los alumnos para utilizar el lenguaje científico o el lenguaje propio de las ciencias, el cual es un síntoma del buen conocimiento de ella, debido a que, si no existe un buen dominio acerca de un fenómeno, proceso o concepto, muy difícil será manejar un léxico técnico sobre ellos.

El estudio del lenguaje de las ciencias ha sido estudiado en profundidad, entre los trabajos realizados está el de Lemke (1997) en su obra *Aprender a hablar ciencias*, citado por Triana (2016)

La enseñanza de las ciencias tiende además a oponer el conocimiento científico contra el sentido común y debilita la confianza de los estudiantes en su propio juicio. Aquel que comprende la ciencia aparece como genio en comparación con el alumno promedio, quien se siente algo frustrado e incapaz de comprenderla. Deduce entonces que, si tenemos confianza en que la mayoría de aquellos pueden llegar a ser adultos letrados científicamente, capaces de hacer juicios y de estar informados sobre políticas para las que los resultados de la ciencia son relevantes, necesitamos aprender cómo enseñar en contra de esa mística de la ciencia (Triana, 2016, pág. 111).

Según Triana (2016), la construcción del lenguaje científico es equivalente a la construcción del lenguaje cotidiano en donde la escuela juega un papel mediador entre lo que el estudiante sabe o conoce y el objeto que se quiere conocer así: “actitud científica”, punto de partida (.o de llegada?) del propósito central de nuestra tarea en la educación: fortalecer el desarrollo del proceso cognitivo; cualquiera que sea el caso conviene considerar tres estadios o categorías del conocimiento: científico, cotidiano y escolar

El conocimiento cotidiano puede convertirse en conocimiento escolar cuando se realiza la mediación en la escuela, donde el docente realiza la transposición didáctica para acercar a los

estudiantes al conocimiento; para ello es necesario utilizar un lenguaje apropiado que permita que la rigurosidad de la ciencia no sea simplificada.

2.2.2. Lenguaje cotidiano vs. Lenguaje científico.

Es habitual que los estudiantes prefieran explicar la ciencia desde un lenguaje natural o cotidiano, es decir, desde su propia experiencia debido a que se sienten más cómodos y seguros y solo en pocas ocasiones lo hacen utilizando vocablos de las explicaciones que compartieron en la escuela; esta condición genera un aislamiento entre los diversos tipos de lenguaje.

El lenguaje cotidiano y el lenguaje científico presentan diferencias bien marcadas que incluyen principios gramáticos y fonéticos; para su mayor precisión se propone un cuadro donde se presentan las características de ambos tipos de lenguaje.

Tabla 1. *Diferencias entre el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano*

LENGUAJE COTIDIANO	LENGUAJE CIENTÍFICO GALÁN Y MONTERO (2012)
Particular: presenta variaciones entre regiones e incluso personas	Universalidad: Es el mismo en todas latitudes y acepta el inglés como lenguaje científico.
Polisémico: permite las ambigüedades o varias interpretaciones	Univocidad o monosemia: no permite ambigüedades
Amplitud: permite utilizar sinónimos	Precisión: escasos de sinónimos
Subjetivo: depende del sujeto que se expresa	Objetividad y neutralidad: Se hace relevancia al objeto de estudio y no al sujeto que estudia.
Su uso es común en las todas las comunidades	Su uso es exclusivo de las comunidades científicas.

Adaptado de GALÁN Y MONTERO (2012)

Consecuente con lo anterior

En esta forma se pueden establecer “juegos de lenguaje” cuando este es flexible, cuando sea una actividad y exista solo en su uso. Esta última es la palabra clave, pues no es posible prescribir leyes a los lenguajes, sino únicamente describirlos; no los podemos aprender fuera de ellos, en un diccionario, o en un manual, sino usándolos. Por ello, cada lenguaje es un juego lingüístico, diferente a los demás. (Triana, 2016, pág. 109)

El uso del lenguaje en las ciencias es de mucha importancia debido a que comúnmente en la escuela, los docentes al realizar la transposición de didáctica de los conocimientos que comparten con los estudiantes, emplean con mayor frecuencia el lenguaje común y dejan de lado el lenguaje propio de las ciencias, el cual por su carácter científico, necesita del empleo de un discurso técnico que incluya la rigurosidad de su naturaleza; sin embargo, a pesar de la tecnicidad las expresiones, deben ser claras de tal manera que puedan ser entendibles por la comunidad en general. De esta forma, se hace referencia sobre cómo el lenguaje se encarga de dar nombres a los fenómenos que normalmente los estudiantes observan en la naturaleza.

El lenguaje científico tiende a sustituir los procesos expresados por medio de verbos por nombres. Por ejemplo, sustituye el agua se evapora por la evaporación del agua, es decir hace una nominalización. Las palabras son las mismas, lo que ha cambiado es su forma gramatical, evaporar, un proceso expresado mediante un verbo, se sustituye por evaporación, un nombre. Esta visión del mundo en que los procesos se convierten en nombres y que transforma un mundo en el que pasan cosas en un mundo en el que hay cosas, puede ser difícil de asumir por algunos alumnos (Márquez, 2005, pág. 29).

2.2.3. Las analogías como recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias.

Las analogías constituyen un recurso valioso en el proceso de enseñanza y aprendizaje que permite adiestrar a los estudiantes en los procesos de modelización para la construcción y apropiación del conocimiento científico, son ampliamente utilizados en las escuelas como estrategia didáctica para comparar o relacionar conceptos, fenómenos o procesos conocidos o familiares para los estudiantes con contextos desconocidos.

Las analogías como recurso didáctico han sido estudiadas ampliamente, es de destacar el *Modelo Didáctico Analógico* (MDA) de Adúriz, Garófalo, Greco y Galagovsky (2005) que constituye una estrategia activa, donde los estudiantes construyen el análogo o base a partir de la cual se dará la evolución conceptual o reconstrucción de los conceptos científicos.

Según los autores de la investigación, el MDA tiene 4 momentos:

- **Momento Anecdótico:** La analogía se presenta en forma de juego o de problema, con consignas que los estudiantes deberán resolver. Cada estudiante o pequeño grupo, encuentra una forma

particular, idiosincrásica de resolver las consignas. En la puesta en común, el rol docente no es señalar respuestas correctas sino garantizar la comunicación entre los diversos procedimientos abordados por los estudiantes.

- Momento de conceptualización sobre la analogía: Es la búsqueda de consensos sobre cuáles fueron los conceptos fundamentales trabajados en la resolución del problema analógico. Se negocian significaciones, se introduce vocabulario preciso, se elabora conjuntamente un listado de elementos de la información analógica que luego, tendrán su correspondencia con la información científica destino. Se arma una primera columna de la tabla de correlación conceptual (TCC).
- Momento de correlación conceptual: Los estudiantes deben procesar la información científica encontrándole significado y comprensión por comparación con los significados ya aprendidos para la información analógica. Ellos completan la TCC.
- Momento de metacognición: Cada estudiante toma conciencia sobre los conceptos conectores que construyó, los conceptos erróneos que descartó y las nuevas relaciones aprendidas. Se discuten los alcances y las limitaciones de la analogía. (Adúriz, Garófalo, Greco y Galagovsky ,2005, pág. 4)

En este punto se hace hincapié en proponer cómo el uso de las analogías, funcionan como estrategia de enseñanza de algunos conceptos en química; como recurso didáctico ha sido investigado por Aragón, Bonat, Oliva y Mateo (1999), Raviolo y Garritz (2007), Oliva y Adúriz (2005), Unas (2012) y Linares (2006). Estos autores plantean que las analogías son ampliamente utilizadas en el discurso de los docentes, para mediar el aprendizaje de conceptos desconocidos a partir de los conocidos, lo que equivale a decir que se toman elementos de la cotidianidad para referirse a los caracteres abstractos del conocimiento científico o ciencia, también se puede afirmar que las analogías son una forma de modelizar los conceptos, de tal forma que esas representaciones se efectuó el acercamiento al concepto científico del fenómenos, proceso estudiado.

Hablar de analogías en el desarrollo de una clase es hablar de los ejemplos que día a día los docentes y estudiantes utilizan para acercar los conceptos estudiados a la realidad de las aulas; en

otras palabras, son las comparaciones. A continuación, se ejemplifican algunas analogías que los docentes de ciencias naturales cotidianamente usan en el aula:

- La estructura atómica es como el sistema solar.
- La organización celular es como un huevo.
- El núcleo celular es como el cerebro del cuerpo.
- Las mitocondrias son a la célula, lo que los pulmones son al hombre.

Si bien es claro que el proyecto pretende utilizar las analogías como una estrategia para la enseñanza de concepto de combustión, la analogía planteada es cocinar en fogón de leña porque cumple con las características que debe contar el análogo, citado así:

- Es clara y no se presta para ambigüedades.
- Es rica debido a que se puede relacionar los elementos con diferentes objetos ejemplo fogón de leña se relaciona con asador, hornilla, chimenea que en conjunto realizan el proceso de combustión.
- Tiene especificidad porque realiza la comparación fogón de leña con combustión.
- Es verificable ya que al momento de encender un fogón de leña se hace combustión.
- Tiene alcance, porque además de que la analogía cocinar en fogón de leña se utilice para aprender en profundidad el concepto de combustión, se puede extender a otros conceptos o fenómenos como son los cambio físicos y químicos de la materia, la contaminación del aire y atmosférica.

Según Gentner (1989), citada por González (1997), y a su vez por Unas (2012) en su teoría de la extrapolación estructural, plantea dos tipos de características para las analogías que son: unas internas y otras externas.

Las características internas que debe tener una analogía son:

1. Claridad, que es la precisión en la correspondencia, tanto en términos de la extrapolación de un solo objeto y muchos objetos de otro dominio, como el grado de relación heterogénea entre muchos objetos.

2. Riqueza, que se refiere al número de relaciones extrapolables por objeto.
3. Sistemática, que describe el grado en que las relaciones extrapoladas participan en relaciones de orden superior.
4. Abstracción, que se refiere al nivel jerárquico del que se extraen las relaciones extrapoladas.

En cuanto a las características externas de la analogía, las principales señaladas son:

1. Especificidad base, que es lo mismo que el grado de conocimiento explícito sobre el dominio análogo.
2. Validez, que describe la verificabilidad de las relaciones importadas en el dominio objetivo.
3. Alcance, que corresponde a la aplicabilidad del análogo a varios dominios objetivos. (Unas, 2012, pág. 26)

Además del MDA antes mencionado, existen otras estrategias o programas donde se han utilizado las analogías como recurso de enseñanza, entre estas puede referirse el programa PRYCREA, elaborado por la Doctora América Gonzales, programa de desarrollo de la persona reflexiva y creativa. El programa tiene como objetivo desarrollar en los escolares un tipo de pensamiento denominado *pensamiento de más alto orden* que es posible siempre y cuando los educandos aprendan a elaborar razonamientos analógicos para llegar a su desarrollo cognoscitivo y creativo (Rodríguez-Mena, 2000).

El programa PYCREA tiene un soporte analógico donde los docentes inicialmente presentan las analogías y posteriormente, son los estudiantes quienes las realizan. Sin embargo, se puede creer que en ocasiones las analogías elaboradas por los estudiantes son erróneas o equivocadas y es ahí donde radica la importancia del proceso, porque *los errores* según su creadora, se constituyen en el mejor instrumento de aprendizaje, pues de ellos, se generan discusiones crítico-reflexivas que dan valor a lo conocido por el estudiante, como lo refiere la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1973), para llegar a lo nuevo o desconocido.

Las estructuras de soporte analógico, propuestas por América González (1994a, 1994b, 1996), son las siguientes:

- a. Análisis de analogías correctas.
- b. Análisis de analogías defectuosas.
 - Incompletas.
 - Con estructura errónea.
 - Con relación invertida.
 - Cadenas analógicas de articulación ilógica.
- d. Análisis de analogías de partida con afirmaciones derivadas (Rodríguez-Mena, 2000, pág. 21).

Otra aplicación de las analogías en el contexto educativo de forma planificada y consciente surge con el *Método de Aprendizaje por Transferencia Analógica* (ATA). Este método se erige bajo la premisa que el estudiante tiene mayor facilidad de aprendizaje, cuando relaciona o compara objetos o fenómenos conocidos con los que está por aprender, haciendo que el aprendizaje sea más sólido.

“En el ATA, el aprendizaje por analogías es un proceso de aprender por similitudes; pero no toda similitud puede llevar a un conocimiento adecuado, sólo cuando la similitud indica relaciones esenciales es que conduce a tales metas. Es por ello que, en dependencia de cómo se utilicen las analogías podremos acercarnos o alejarnos del conocimiento, este es uno de los riesgos que se corre con las analogías, algo que todo maestro debe conocer bien si quiere emplearla en sentido productivo” (Rodríguez-Mena, 2000, pág. 19)

El método cuenta con dos modalidades de aplicación:

- MODALIDAD I: Comprendiendo conceptos y empleándolos en analogías. En ella se parte de la comprensión del concepto analogía y del dominio de la estructura analógica y de los diferentes tipos de relaciones que pueden emplearse. Se analizan analogías que puede ofrecer el profesor, o que son generadas por los alumnos donde se aplique el concepto, principio o ley estudiado en una situación análoga, y se produce el enjuiciamiento crítico colectivo de las mismas. Cuando el conocimiento se obtiene mediante el examen de analogías el enjuiciamiento de las mismas implica el análisis de su estructura: ¿qué elementos la componen?, ¿cuáles son las relaciones? El carácter de la relación, su adecuación y congruencia son elementos importantes a tener en cuenta en estos análisis.

- MODALIDAD II: Producción analógica. Dirigida a la traducción a otro lenguaje (analógico, metafórico), de un sistema de conceptos pertenecientes a un tema de estudio. Sus propósitos son: comprender un significado, traducirlo a una analogía, generalizarlo en una propuesta. De este modo los alumnos pueden hacer traducciones por analogía de mapas, ilustraciones, diagramas, conceptos, principio, leyes, etc. (Rodríguez-Mena, 2000, pág. 20)

Consecuente con lo anterior y realizando un paralelo entre las dos modalidades de analogías aplicadas en el método ATA, se puede afirmar que la Modalidad I es más conceptual; es decir, se presta para lograr la comprensión de leyes, conceptos, fenómenos, que inicialmente plantea el docente y en lo sucesivo, los estudiantes en equipo y de manera individual, pueden construir análogos y dar cuenta del aprendizaje en profundidad de un tema específico; mientras la Modalidad II requiere mayor nivel de reflexión debido a que se debe partir del concepto y traducirlo a la analogía, es decir mostrarlo desde otra perspectiva.

Ahora bien, el tema que encierra el proyecto cocinar en fogón de leña, es una analogía donde según el método ATA se emplea la Modalidad I, debido a que por medio del proceso, que es de aplicación común en los estudiantes de la IE pueden identificar los elementos y condiciones necesarias para encender y mantener el fuego en un fogón; por ello durante su ejecución, los estudiantes utilizan algunas expresiones que constituyen el conocimiento empírico y ancestral, también llamado ideas previas con las cuales se puede establecer algunas analogías de la siguiente manera:

Tabla 2. Frases y equivalentes para analogías.

FRASE	EQUIVALENTES
Tizones	Trozos de leña
Atizar la olla	Organizar la leña
Fogón ahogado	Fogón sin aire u oxígeno

De esta forma, se puede observar que los conocimientos que poseen pueden ser sometidos a profundización, para promover un acercamiento de su conocimiento cotidiano al concepto científico para construir el concepto de combustión.

2.2.4. Historia y epistemología de la combustión: sus modelos explicativos.

El concepto de combustión se puede plantear como un proceso histórico, por medio de diversas explicaciones o modelos conceptuales, los científicos han tratado de dar a conocer en qué consiste y cómo se produce este fenómeno. Antes de revisar cuáles son los modelos explicativos de la combustión, es pertinente enfatizar que los modelos o la modelización en las ciencias naturales ha sido utilizada desde tiempos remotos. Se puede referenciar en el campo de la física, cuando Kepler plantea su modelo explicativo del sistema planetario y desde la química, todos los científicos que realizaron modelizaciones del átomo como Dalton (1808), Thomson (1897), Rutherford (1911) y Bohr (1913). Cada uno de estos intentos ha sido valioso en la construcción de la ciencia, ya que un modelo pretende explicar fenómenos que ocurren en la naturaleza, es construido desde la óptica o perspectiva de quien lo propone. Por ellos es válido decir como lo expresa Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) que ninguno es suficiente o posee la verdad absoluta y definitiva de lo que en realidad sucede en el cosmos. El contexto histórico del concepto de combustión, se construyó a partir de modelo explicativo del flogisto hasta la explicación de Lavoisier o concepto de combustión propiamente dicha, el cual hasta la fecha es el más aceptado.

Modelo pre-flogisto. Según (Schneer, 1975, citado por Gallego, Pérez y Gallego, 2015) la historia de este modelo se remonta a los trabajos de **J.B.** van Helmont, sostuvo que sólo podía haber dos elementos: el aire y el agua; conclusión a la que llegó con su conocido experimento de los árboles, en el que el agua se transmutaba en tierra. De los resultados con otros trabajos como la disolución de material vegetal en ácido nítrico, estipuló que el proceso inverso era factible, la conversión de tierra en agua, de donde dedujo que la tierra no era un elemento puro. Es reconocido su ensayo sobre la combustión de madera en un recipiente cerrado en la que una explosión lo condujo a explicar el resultado obtenido en términos de pérdida de su *espíritu silvestre* Gallego, Pérez y Gallego, 2015, pág. 244)

Van Helmont, a partir de los estudios en el laboratorio dedujo que la materia se conservaba en todos los cambios que sufriera. Por su parte, Boyle quien fue partidario de la Alquimia exotérica, acepta la concepción particularista de la materia.

Sir I. Newton (1642-1727), durante gran parte de su actividad científica se ocupó de la Alquimia, tanto la exotérica como la esotérica o mística y a la Química, influido como ya se anotó, por van Helmont y

Boyle. El escrito de Boyle que estudió Newton, que lo condujo a interesarse por estas dos diferentes versiones de la Alquimia y que, además, lo llevó a una concepción atomística fue El origen de las formas y cualidades, de 1666 (Christianson, 1987). Citado por Gallego, Pérez y Gallego, 2015, pág. 244)

Químicos como E. Geoffroy (1672-1731) y T. Bergman (1735-1784) se dieron a la tarea de elaborar experimentalmente tablas de afinidades. La intencionalidad que hubo detrás de estos proyectos fue introducir las matemáticas en el discurso químico, proyecto que fracasó, dado que la formación de compuestos se resistía a explicaciones de carácter gravitacional (Stengers, 1989, citado por Gallego, Pérez y Gallego, 2015, pág. 244).

Modelo del flogisto. Durante el siglo XVIII una de las preocupaciones para los alquimistas era el proceso de la combustión, ya que cuando una sustancia era sometida a calentamiento y llegaba a la incandescencia y podía botar vapores o humo era porque contenía un principio o sustancia original que al quemarse se consumía.

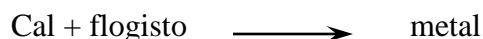
En el marco del debate del proceso de la combustión Georg Ernest Stahl en 1697, plantea la teoría del flogisto, donde se atribuía un principio para la calcinación o combustión a los materiales que podían arder. Stahl (1697), planteaba que algunas sustancias contenían más flogisto que otras y que cuando este se agotaba el proceso concluía. La teoría del flogisto, surgió de la corriente del maestro de Stahl, Johann Joachim Becher, quien sostenía que todas las sustancias tenían un principio común que les permitía la calcinación o combustión; a partir del modelo explicativo de Becher, Stahl planteó el modelo del flogisto.

Stahl consideraba que el flogisto era la materia y principio del fuego, aunque no el fuego mismo. La combustión consistía en un proceso de evolución del flogisto al combinarse con otras tierras. Las sustancias como el hollín o el carbón mineral eran muy ricas en flogisto y podían combinarse con otras tierras para producir la materia combustible original (Amador, Gallego y Pérez, 2005, pág. 3).

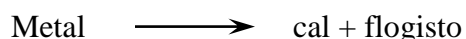
La teoría del flogisto fue muy aceptada por los científicos de la época, aunque existía la dificultad para explicar por qué cuando una sustancia era incinerada, se producía un aumento de peso en lugar de disminuir como inicialmente se planteaba. De allí que sostuvieran que las

sustancias pobres en flogisto podían convertirse en metales si se les adicionaba flogisto y viceversa.

La reacción sería la siguiente:



La reacción inversa sería:



Modelo de la oxidación. Este modelo fue propuesto por Lavoisier, quien en 1768 realizó varios experimentos, entre los que cabe resaltar que por más de cien veces hirvió agua y al final, obtenía un residuo un poco sólido que no variaba de forma considerable en su peso, comparado con el agua inicial. El resultado de este experimento lo lleva a pensar que el fuego no aumenta el peso de las sustancias y a negar el principio de que el agua se transmutara en tierra.

A partir de los resultados anteriores inicia a vislumbrarse la famosa ley de la Lavoisier *Ley de la conservación de la masa*; sin embargo, los trabajos de 1772 del científico evidencian de los experimentos sobre los fluidos, especialmente los gases y depositó una carta en la academia de química, donde explicaba los resultados de un experimento de la combustión del fósforo, que durante el proceso, el aire era absorbido por el fósforo y al finalizar, el peso del producto era mayor al peso inicial del fósforo con lo que Lavoisier inicia a cambiar de pensamiento en cuanto a la existencia del flogisto se refiere.

En 1773 el trabajo con las reacciones de los gases se hace de forma más sistemática y Lavoisier, concluye que la combustión y la calcinación están limitadas por la cantidad de aire, debido a que, si se realizan en sitios herméticos, se culminarán cuando se consuma la cantidad de aire; el aumento de peso del producto se producía cuando el aire entraba en contacto con este, ya que el recipiente era abierto. Esta fue la prueba más fehaciente que llevó a Lavoisier a negar la existencia del flogisto.

Postulados de la combustión. El proceso de la combustión se puede explicar basado en los siguientes postulados:

- Toda sustancia para arder debe estar en presencia de oxígeno.
- Durante la combustión se absorbe oxígeno; el aumento de peso de la sustancia quemada es igual a la pérdida de masa de aire.
- Toda forma de combustión se entiende como la combinación de una sustancia combustible con el oxígeno del aire.

Modelo explicativo de sentido común. Es el conocimiento que tienen los estudiantes basado en su experiencia o vivencias; este tipo de explicaciones normalmente se realizan en lenguaje común o cotidiano y tienden a ser muy superficiales frente al concepto, fenómeno o hecho que se estudia. Es un tipo de conocimiento que se contrapone al conocimiento científico y puede convertirse en obstáculos epistemológicos y lingüísticos para que los estudiantes movilicen su conocimiento a las explicaciones científicas.

CAPITULO 3

3. Metodología

3.1. Enfoque de la investigación

Este proyecto de investigación será aplicado mediante el enfoque cualitativo-descriptivo, ya que se trabaja en un contexto educativo; es decir, la mayor parte de los estudios cualitativos están preocupados por el contexto de los acontecimientos y centran su indagación en aquellos espacios en que los seres humanos se implican e interesan, evalúan y experimentan directamente. Es más, esta investigación trabaja con contextos que son naturales o tomados tal y como se encuentran, más que reconstruidos o modificados por el investigador. “La investigación cualitativa esencialmente desarrolla procesos en términos descriptivos e interpreta acciones, lenguajes, hechos funcionalmente relevantes y los sitúa en una correlación con el más amplio contexto social” (Martínez, 2011, pág. 12).

Como se mencionó, el alcance de la investigación es descriptivo porque se pretende profundizar o comprender en los aspectos relacionados con el uso de las analogías, se caracterizará (describirá) el aporte de las analogías como recurso didáctico al manejo adecuado del lenguaje científico y al aprendizaje de la combustión en los estudiantes; sin embargo, se realizará un poco de interpretación de los resultados.

3.2. Unidad de trabajo

La implementación de este proyecto de investigación es en la Institución Educativa Agroambiental Carlos Holguín Mallarino de Nóvita, Chocó. La población beneficiaria serán los estudiantes de 10° cuyas edades oscilan entre los 14 y 16 años de edad y pertenecen al nivel 1 del SISBEN; se pretende lograr un acercamiento al concepto científico, al aplicar la analogía cocinar en fogón de leña para el aprendizaje en profundidad de los conceptos de combustión. Finalmente, de una población de 28 estudiantes que integran la totalidad del grupo entre hombres y mujeres, se escogieron al azar 12 de ellos para realizar un seguimiento más cercano del trabajo elaborado con ellos.

3.3. Unidad de análisis

Las categorías son los diferentes valores, alternativas, formas de clasificar, conceptualizar o codificar un término o expresión de forma clara, que no se preste para confusiones a los fines de determinada investigación. En dichas alternativas serán ubicados y clasificados cada uno de los elementos sujetos a estudio o unidades de análisis (Romero, 2005, pág. 113).

Este proyecto está enmarcado bajo 3 categorías de análisis.

La tabla 3 resume las categorías y subcategorías que aborda el proyecto, las cuales fueron explicadas en detalle en el marco teórico del proyecto.

Tabla 3. *Categorías y subcategorías de investigación*

Categoría	Subcategorías
Analogías	<ul style="list-style-type: none">• Claridad• Validez
Usos del lenguaje	<ul style="list-style-type: none">• Lenguaje común• Lenguaje científico
Modelos explicativos de la combustión	<ul style="list-style-type: none">• Pre-flogisto• Flogisto• Combustión• Modelo de sentido común

3.4. Técnicas e instrumentos

Para llevar a cabo la investigación se recogerán los datos a través de las siguientes técnicas:

3.4.1. Diario de campo o diario docente.

En este instrumento se registrará día a día, las experiencias vividas en el aula con la aplicación del proyecto; es decir, es un instrumento que además de los resultados que arrojan los diferentes cuestionarios evaluativos, dará testimonio de estudiantes asistentes, comportamiento y participación en el desarrollo de las actividades, al igual que obstáculos presentados. En general

se redactará una mirada descriptiva de cómo se realizaron las actividades planeadas y los resultados obtenidos.

3.4.2. Cuadros de trabajo.

En este cuaderno se esquematizarán las ideas previas y los aprendizajes finales; de tal forma que se pueda relacionar lo que los estudiantes sabían con lo que aprendieron con la aplicación de la unidad didáctica.

3.4.3. Instrumentos de lápiz y papel.

Estos son los cuestionarios o instrumentos usados para recoger las ideas previas de los estudiantes y finalmente evidenciar la evolución conceptual. Estos cuestionarios son sometidos a juicio de expertos y a un pilotaje para corroborar su validez y pertinencia dentro del proceso de investigación.

3.4.4. Entrevistas semi-estructuradas.

Consiste en la aplicación de entrevistas con unas preguntas orientadas al proceso de combustión que, de forma analógica los estudiantes expondrán sus ideas desde el proceso de cocinar en un fogón de leña.

3.4.5. Medios audiovisuales.

Una forma de obtener evidencias del proceso de aplicación del proyecto por medio de la unidad didáctica será la realización de un registro fotográfico, en las diferentes etapas o momentos de trabajo.

3.5. Técnicas para el análisis de la información.

Para organizar y analizar la información, se realizarán matrices donde se ubique a los estudiantes en un modelo explicativo, de allí se identifican los obstáculos lingüísticos, aunque se incluirán también los de naturaleza epistemológica.

3.6. La unidad didáctica.

Se entiende por Unidad Didáctica (UD), el proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico, que se presenta en el aula de clases como un problema a resolver, bien sea en el área de las ciencias naturales y sociales (Tamayo, Vasco, Suárez, Quinceno, García y Giraldo, 2010) Para mayor claridad, orden y coherencia, esta UD se estructura en tres momentos básicos (ver anexo 1).

3.6.1. Momento de ubicación.

Este momento se basa en la recolección de la información para identificar los modelos explicativos en los que se encuentran los estudiantes y los obstáculos epistemológicos y cognitivo-lingüísticos que tienen los estudiantes durante su proceso de aprendizaje (ver anexo 2).

3.6.2. Momento de desubicación.

Este momento corresponde al momento de enseñanza propiamente dicho, es el momento en el cual el maestro interviene los obstáculos encontrados en el momento de ubicación.

Para este momento, se proponen las siguientes actividades:

- Lecturas de los aspectos históricos relacionados con la combustión.
- Práctica de laboratorio de cocina, preparación de un arroz con longaniza en fogón de leña.

3.6.3. Momento de reenfoque.

Este momento consiste en identificar a través del cuestionario inicial, la evolución que hubo conceptualmente, para este caso, el uso de lenguaje científico con relación al fenómeno de la combustión. Esto permitirá también reconocer la pertinencia de la unidad didáctica.

3.7. Diseño metodológico

El diseño metodológico de esta investigación cualitativa de corte descriptivo incorpora dentro del proceso de aprendizaje, los modelos explicativos, el uso de analogías y el uso del lenguaje científico por parte de los estudiantes. Estas categorías direccionaron el diseño del instrumento necesario para recolectar los datos. La figura 1, ilustra el diseño metodológico seguido en la investigación:

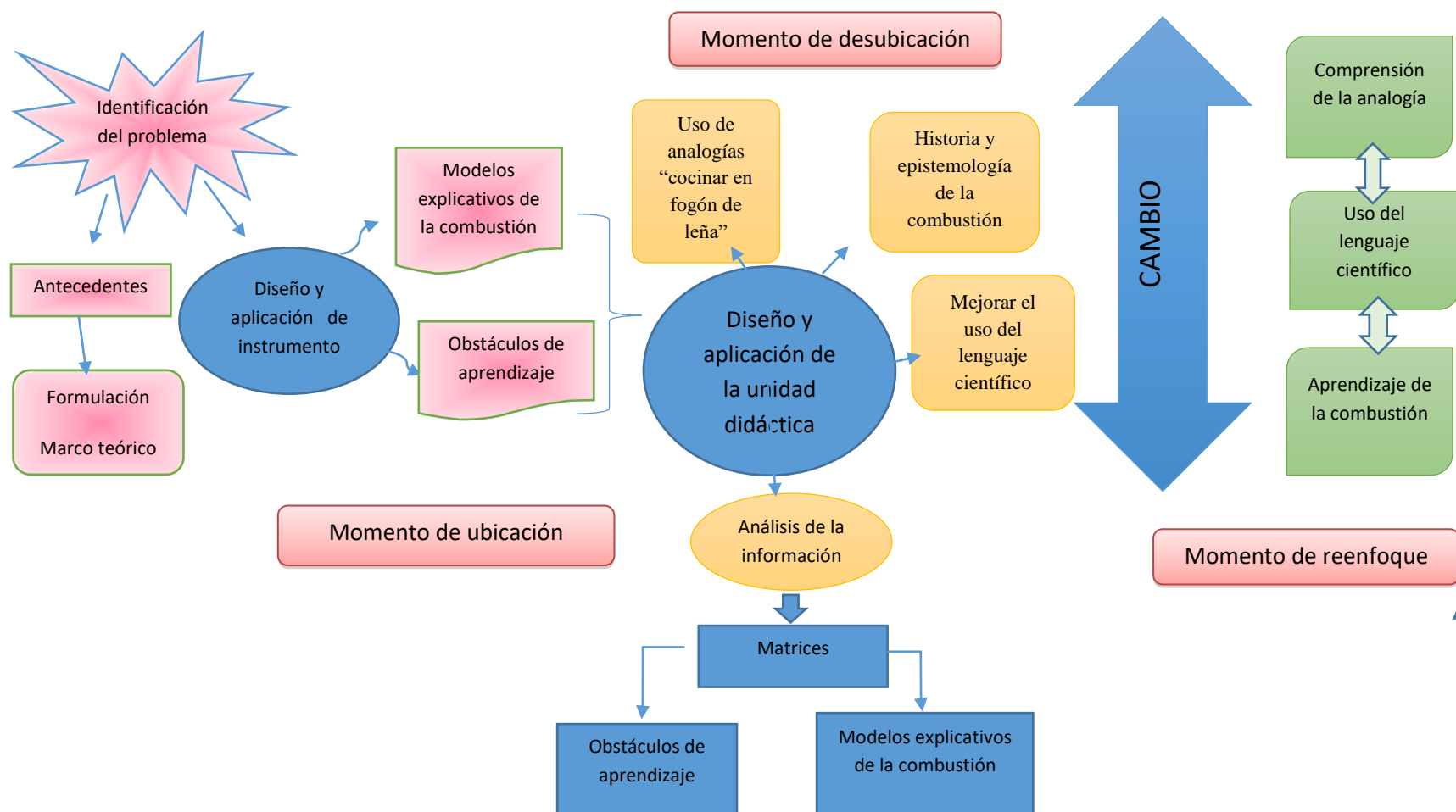


Figura 1. Diseño metodológico

CAPITULO 4

4. Análisis De Resultados

Los resultados del proyecto fueron organizados de acuerdo a los tres (3) momentos de aplicación o secciones de la UD: Ubicación, Desubicación y Reenfoque. En cada uno se resaltan los planteamientos de los estudiantes frente al concepto de combustión analogado, con el uso del fogón de leña. La información se presenta en matrices que relacionan las respuestas y los obstáculos encontrados. A continuación, los hallazgos de cada momento.

4.1 Momento de ubicación

El momento de ubicación tuvo como propósito disponer a los estudiantes en los diferentes modelos explicativos sobre la combustión, por ello sus identidades fueron protegidas utilizando códigos en lugar de sus nombres reales; de igual manera los padres de familia o acudientes autorizaron su participación para realizar registro fílmico, fotográfico y publicación de sus pensamientos, también es válido aclarar que las otras categorías del proyecto como son usos del lenguaje y las analogías serán analizadas en los momentos siguientes de la UD.

El siguiente segmento presenta la matriz en la que se encuentran las características del modelo explicativo y las respuestas de los estudiantes a una de las preguntas del cuestionario de ideas previas: ¿Qué papel cumple el oxígeno en la combustión?

Tabla 4. Matriz de análisis modelos explicativos de la combustión.

Modelo explicativo	Criterios explicativos	Respuesta de estudiantes	Número de estudiantes
Pre- flogisto	El aire y el agua son los elementos indispensables para que se realicen los fenómenos y procesos en la naturaleza. El agua puede convertirse en tierra y viceversa		0
Flogisto	Las sustancias arden porque en su interior tienen un principio especial Un objeto o sustancia deja de arder cuando el principio calcinador se acaba Cuando una sustancia es quemada aumenta su peso La combustión se produce cuando una sustancia se combina con el flogisto Las sustancias que más arden son las que tienen más flogisto El flogisto es el elemento más importante y permite la combustión		0
Oxidación	Toda sustancia para arder debe estar en presencia de oxígeno. Durante la combustión se absorbe oxígeno del aire. El aumento de peso de una sustancia quemada, es equivalente a la masa de aire que absorbe. La combustión se define como la combinación de un combustible con el oxígeno. El oxígeno es el elemento primordial de la combustión. La combustión cesa cuando se consume el oxígeno o el combustible.	Jho: “el oxígeno es importante porque al sacarle leña a un fogón ahogado el oxígeno puede entrar y alludar a encenderlo”. Mai: “el oxígeno es importante porq cuando disminuimos la leña el aire dentra y tiene mas posibilidad de prender Yis: “ el oxígeno cumple un papel importante porque cuando el fogón no prende es porque le hace falta oxígeno y hay que empezar a sacarle un poco de leña”. Dia “cumple un papel importante porque uno le saca leña al fogón y lo sopla y allí comienza a prender normalmente”	6

	Durante la combustión se desprende energía en forma de calor y se visibiliza con la luz	Ful: “el oxígeno es importante porque ayuda, para que los tizones cojan buena llama cuando este ahogado el fogón ” San “ el oxígeno es importante porque cuando un fogón de leña esta ahogado y le sacamos leña para que entre aire permite que no nos intosiquemos	
Sentido común	Hablar de combustión es equivalente a incendios o explosiones. Ninguna sustancia puede arder o quemarse dentro del agua La madera es la única sustancia que puede arder Los objetos se encienden debido a que no contienen agua o están húmedos. Para realizar una combustión solo es necesario fuego, leña y petróleo. El elemento más importante para encender un fogón de leña es la leña. El residuo de la combustión se denomina ceniza.	Via: “el elemento indispensable para para encender fuego es el oxígeno porque al entrar el aire al fuego, o el fuego al recibir aire se va expandiendo mas y puede conllevar a una explosión Lei: “ el primero pq para que me le de oxígeno tengo que tratar de atizarlo bien para que el oxígeno pueda recurrir bien al fogón” Ash: “ pues necesita mucho haire para que prenda o si no sacarle leña para si prender con mucha fuerza” Yef: “ mucha porque el fogon se ahoga por que no tiene espacio por donde pasar el humo.”	4
Ningún modelo	Explicaciones sin coherencia.	Maa: “el oxígeno o aire por que es un elemento indispensable para algunas cosa” Ka1: “el oxígeno es importante porque nos da el aire que necesitamos.”	2

Nota: Las respuestas de estudiantes se han transcrito de manera fiel, de acuerdo al instrumento de recolección de información.

Convenciones:

- Explicaciones o respuesta en general
- Criterios y expresiones relacionadas con el modelo de la oxidación
- Criterios y expresiones relacionadas con el modelo del sentido común
- Criterios y expresiones relacionadas con ningún modelo explicativo

Al analizar descriptivamente la matriz anterior se pudo concluir lo siguiente:

El 50,00% de los estudiantes con el interrogante ¿Qué papel cumple el oxígeno en la combustión?, realiza las explicaciones del concepto de combustión desde el modelo explicativo de la oxidación, porque resaltan la importancia del oxígeno en el proceso. Un ejemplo de ello lo plantea el estudiante Yis: *“el oxígeno cumple un papel importante porque cuando el fogón no prende es porque le hace falta oxígeno y hay que empezar a sacarle un poco de leña”*. De igual modo, se mostró parafraseando los resultados obtenidos por Amador, Gallego y Pérez (2008), que un porcentaje considerable (45,4%) de los profesores iniciales de química, resaltan la importancia del oxígeno en el proceso de la combustión, por ello, los autores los clasifican en el modelo en el explicativo de la oxidación, debido a que realizan sus composiciones desde lo propuesto por Lavoisier en el siglo XVIII.

El 33,33% de los estudiantes de la unidad de trabajo al enfrentarse al cuestionamiento ¿Qué papel cumple el oxígeno en la combustión?, están ubicados en el modelo explicativo del sentido común, porque como se evidencia en la respuesta del estudiante Yef: *“mucha porque el fogón se ahoga por que no tiene espacio por donde pasar el humo”*; probablemente los estudiantes clasificados en este modelo, explican el concepto de combustión basados en sus vivencias y los aprendizajes obtenidos por tradición oral en la interrelación con su medio; de igual modo Borzi, Peralta, Cabra y Soloaga (2015, pág. 39), sostienen que “el conocimiento derivado del sentido común se contrapone al conocimiento especializado- este tipo de conocimiento conforma un conjunto de ideas previas a la enseñanza que de no explicitarse pueden funcionar como obstáculos epistemológicos para la elaboración de nuevos conocimientos”. El resultado de este análisis es muy similar al que realizaron Amador, Gallego y Pérez (2008, pág. 15) cuando “24,3% del profesorado en formación, elaboró composiciones desde el sentido común -esto es, las composiciones no se acercan a lo planteado por la comunidad científica- en lo que se refiere a la construcción del concepto de combustión”.

El 16,66 % al explicar la importancia del oxígeno en el proceso de combustión, planteó respuestas poco coherentes, situación que dificultó su clasificación en un modelo explicativo específico; una muestra clara es el estudiante Ka1 quien afirma: *“el oxígeno es importante porque nos da el aire que necesitamos”*. Se cree que ellos asocian el oxígeno con otros procesos y no con la oxidación; de ahí que fueron ubicados en el ítem de ningún modelo explicativo; este porcentaje es aceptable ya que se trata de estudiantes de 10° que probablemente confundieron las palabras que necesitaban para expresar sus ideas, sin embargo para otros investigadores como Borzi, Peralta, Cabra & Soloaga (2015, pág.

41), obtuvieron que “el 43% no lograron elaborar una definición explicitando qué cambia y cómo se producen los cambios en el desarrollo; dieron definiciones circulares o presentaron contradicciones o incongruencias en el armado de sus respuestas”.

Finamente no hay ningún porcentaje de estudiantes que al hablar de combustión tengan aproximación a los modelos de pre- flogisto y flogisto. Quizás este resultado sea debido a que, en aprendizajes anteriores, no hayan compartido el concepto o mejor aún mencionada la teoría. Contrario a la investigación de Amador, Gallego y Pérez (2008) donde sí existieron explicaciones desde dicho modelo. “Es de anotar que las composiciones se elaboraron después de que los profesores en formación inicial leyeron la propuesta que hace referencia al Modelo del flogisto” (Amador, Gallego y Pérez, 2008, pág. 15). Además, se puede inferir que, con el hecho de ser profesores de formación inicial, están más relacionados con el modelo del flogisto, por ello lo involucran en su vocabulario o discurso.

Después de ubicar a los estudiantes en los distintos modelos explicativos, se pudieron evidenciar los obstáculos de diferente naturaleza, que impiden el logro de aprendizajes profundos sobre la combustión, al igual que una explicación con el uso del lenguaje propio de las ciencias.

La Tabla 5, presenta los obstáculos epistemológicos, ontológicos y cognitivo-lingüísticos encontrados durante la aplicación del instrumento inicial.

Tabla 5. Obstáculos presentados por los estudiantes frente al concepto.

Obstáculos	Obstáculos epistemológicos	Obstáculos ontológicos	Obstáculos cognitivos.-lingüísticos
Indicadores	<p>Dificultad para explicar el concepto de combustión</p> <p>Dificultad para identificar los elementos que posibilitan la combustión</p> <p>Dificultad para diferenciar entre el combustible y el comburente</p> <p>Dificultad para explicar la importancia de la</p>	<p>Se evidencias conceptos o explicaciones derivadas de las creencias populares</p> <p>Las preconcepciones son más fuertes que los conocimientos compartidos en la escuela.</p> <p>Asignación de mucha importancia a la madera en la combustión, despreciando el valor del</p>	<p>Dificultad para escribir ideas coherentes</p> <p>Dificultad para utilizar los conectores gramaticales</p> <p>Poco uso del lenguaje científico</p> <p>Dificultad para</p>

	temperatura de ignición en la combustión. Dificultad para ejemplificar sobre los combustibles	oxígeno. Utilización cotidiana de pocos combustibles, lo que reduce su ejemplificación	utilizar el acento y los signos de puntuación Coherencia global baja (dificultad para exponer en forma clara y coherente sus respuestas) Baja exigencia conceptual (poco uso de variables conceptuales)
--	--	---	---

4.2 Momento de desubicación

El momento de desubicación, se planeó con miras a superar las dificultades u obstáculos que tenían los estudiantes cuando resolvieron el cuestionario de modelos explicativos, luego de identificados y evidenciados los obstáculos que resume la Tabla 5, se diseñaron y ejecutaron las actividades de enseñanza que se describen a continuación:

1. Lectura científica: la combustión: una reacción con historia.
2. Laboratorio de ciencias: elaboración de jabón artesanal
3. Laboratorio de ciencias: preparación de arroz con longaniza (en fogón de leña)

La lectura científica acerca de la combustión fue una actividad diseñada para una sección de clase. Los estudiantes de forma individual pudieron leer sobre cómo se explica el concepto de combustión, se enfatizó en el modelo del flogisto con los principios que sus defensores exponían, posteriormente, el modelo de oxidación y los postulados del concepto. En cuanto al laboratorio de la elaboración del jabón artesanal, permitió el acercamiento de los estudiantes al concepto de cambio químico. que sirvió como punto de referencia para analogar lo acontecido con los elementos que se utilizaron en el fogón de leña.

4.2.1 Categoría analogías. Fogón de leña – combustión

En este apartado se explica la actividad central del proyecto, que consistió en realizar de forma tradicional un arroz con longaniza cocinado en fogón de leña; el objetivo primordial de la estrategia fue que los estudiantes identificaran los elementos y condiciones necesarias para que se encienda y mantenga el fuego en un fogón de leña y relacionarlo con el proceso combustión. Para dicho fin, se realizó el paso a paso de encender el fogón de leña y posteriormente cocinar el arroz.

Para dar más especificidad al trabajo realizado a continuación, se transcriben algunos instantes del laboratorio de cocina, mientras se cocinaba en fogón de leña el arroz con longaniza.

La actividad se realizó en el patio de la Institución Educativa Carlos Holguín Mallarino de Nóvita, Choco, a medio día, exactamente entre las 12:10 m y 1:40 p.m. Había mucho sol, por ello los estudiantes escogieron un lugar donde se reflejaba un poco de sombra para que el fogón de leña, objetivo primordial, pudiera encender. Se consiguieron los elementos necesarios: bolsas plásticas, encendedor, trozos de leña y algunos bloques o piedras grandes que sirven de soporte de para la olla. Luego de limpiar el lugar escogido, es decir, apartar todas las piedras grandes los chicos iniciaron el montaje del fogón, se presentaban discusiones por la forma como se debería hacer porque cada uno defendía el procedimiento como le habían enseñado.

Ya con el fogón encendido, otro grupo se dedicaba a picar las verduras para la cocción de arroz con longaniza. Es de aclarar que la actividad fue filmada, para posteriormente observar y analizar con detalle lo sucedido durante ella; y que todos los estudiantes contaban con la autorización de sus respectivos acudientes. A continuación, se transcribe el momento comprendido entre el minuto 0:43 segundos hasta el minuto 8:59

Profe: veo mucho humo en el fogón, (insiste) veo mucho humo en ese fogón.

Las chicas están concentradas revolviendo el arroz para que no se queme. Sil, inicia a organizar la leña del fogón.

Yis: cada uno tiene su forma de encender el fogón

Sil inicia a soplar el fogón con una tabla de picar.

Yir: Sil, córrrete de allí que no sabes prender un fogón. (inicia a organizar la leña).

Yir: ese fogón está apagado.

Yef murmura porque no se le entiende que dice.

Yef: *ese fogón está más apagado que encendido*

Profe: *¿por qué está apagado Yef?*

En coro responden Yef y Dia: *le falta oxígeno*

Profe: *le falta oxígeno, ojo le falta oxígeno, ¿hay combustión o no hay combustión?*

Yef: *hay, pero poca*

Profe: *ojo entonces... Hay que organizar el fogón de tal manera que siempre tenga...ahora sí, miren que en la medida que podamos dejar que le entre aire, automáticamente va encendiendo sin tanto trabajo.*

Mientras tanto Yir sigue revolviendo el guiso que contiene las verduras y la longaniza picada en rodajas.

Ka1: *traigan el arroz*

Profe: *ya se está quemando.* Yir le echa más aceite al sartén y Ash le echa color.

Profe: *Le aplica poquito porque la longaniza tiene achiote, eso hasta allí, (grita) el arroz.*

Dia: *espérate que tu hermanita lo está lavando.*

Yis (con tono y expresión de tristeza): *ah, se están demorando.*

Traen el arroz y Ka1 inicia a echarlo con el cucharón a la sartén

Profe: *¿ahora qué hacemos?*

Ka1: *le echamos el arroz y lo revolvemos*

Profe: *hay que revolverlo para que se mezcle el arroz con el guiso, eso se ve bien bueno.*

Yur grita: *¡la sal!*

Profe: *hay que estar pendiente que el fon esté bien.*

Yis, se agacha a mirar que el fogón esté bien encendido

Ka2, echa sal en el cucharón para que Yir siga revolviendo.

Profe: *Ojo que la longaniza tiene sal y el queso también y en entonces puede quedar salado*

Yis está agachada mirando el fogón

Profe: *¿Qué hace Yis con el fogón?*

Yis: *Le estoy metiendo leña para que prenda*

Dia: *está prendido si lo soplan se apaga*

Se forma una discusión con el supuesto si el fogón se apaga si le echan aire

Yir: *Si le siguen metiendo leña se apaga*

Sil: *si lo sopla no se apaga*

Yef: *hay veces que si*

Se escuchan varias voces con opiniones confusas

Sam: *Vamos a manejar una sola hipótesis*

Dia: *mucho humo, sácale leña que se está ahogando*

Profe: *mucho humo, mucho humo, verificar la combustión, ojo organicemos la leña.*

Yis y Sil, organizan los tizones en el fogón

Yis: *todavía no está ahogado* (risas)

Profe: *¿por qué no está ahogado Yis?*

Yis: *porque todavía está prendido profe*

Profe: *porque todavía está encendido, en el momento que inicie a salir mucho humo corremos el riesgo de que se termine la... responden en coro: combustión. ¿Y por qué se termina?*

En coro, principalmente Dia: *porque se termina el oxígeno*

Profe: *es el mismo caso que miramos de la vela y la campana y decíamos que ¿por qué se apagaba la vela? porque se acababa el oxígeno que había dentro de la campana. Muy bien*

Mientras tanto Yur sigue meciendo la olla para que el arroz no se pegue a la sartén

Profe: *ahí está la seño Yur, manejan bien la cocina chocoana, el arroz con longaniza*

Yir: *ya el agua de una vez*

Profe: *Yir pide el agua*

Dia: *suave, suave*

Ka1: *no le puede echar mucha agua porque queda ñongado*

Profe: *¿Cómo dice Mella?*

Ka1: *No le puede echar mucha agua porque se le ñonga profe*

Profe: *Claro se le echa mucha agua queda mojado, si queda ñongado que quiere decir que está mojado.*

Yir: *Hasta allí de agua*

Profe: *Miren como está el fogón, a el arroz le falta más agua porque si no se seca muy rápido queda crudo, muchachas prueben la sal.*

Prueban la sal del arroz y quedan de acuerdo que ya está bueno

Profe: *¿y ahora que se hace?*

Yur: *lo tapamos*

Yir: *Lo tapamos para que el arroz seque un poco y luego le echamos el queso para que coja el sabor*

Profe: *Que queden los sabores compactos*

En este fragmento del video se puede evidenciar que los estudiantes tienen mucho conocimiento sobre la actividad que están realizando, hay mucho entusiasmo y ganas de trabajar, todos quieren participar y expresar lo que saben. En cuanto al proceso de combustión desde la analogía fogón de leña, se puede decir que hay claridad, sin embargo, la cultura ancestral es dominante frente a los conceptos científicos que se han compartido en el aula porque a pesar de la insistencia del docente, los términos comunes siempre están presentes.

Acto seguido a la realización de la actividad, los estudiantes resolvieron un cuestionario que contenía seis interrogantes, de las cuales se analizaron dos, con el propósito de monitorear si efectivamente los estudiantes se estaban apropiando de los conceptos compartidos en el aula y hasta qué punto la actividad contribuyó en el proceso. Las preguntas analizadas fueron: ¿Cómo defines la palabra combustión?, y, ¿cuál es el comburente en la combustión y cuál es su función?

Para analizar las respuestas, se elaboró una matriz donde se relacionaba cada estudiante con sus afirmaciones y los obstáculos evidenciados.





Tabla 6. Matriz con obstáculos de diferente naturaleza

Estudiante	¿Cómo defines la palabra combustión?	¿Cuál es el comburente en combustión y cuál es su función?	Obstáculos
Jho	La palabra combustion es lo que sucede al encender algo o crear fuego	El comburente en la combustion es el oxigeno y la función es llegar al fuego y ayudarlo a encender	1. Ninguno 2. Cognitivo – lingüísticos
Mai	La palabra combustion es para mi lo que utilizamos para prender el fogon de leña que es el fuego, el oxigeno y la leña.	El comburente es el oxigeno y su función es que se mantenga el fogon de leña prendido o sea que tenga fuego.	1. Epistemológico y ontológico 2. Cognitivo lingüístico
Yis	La palabra combustion para mi es todo lo que da fuego o ocasiona fuego	El comburente en una combustion es el oxigeno cual es el que necesitamos Para que pueda darse la combustion	1. Epistemológico 2. Cognitivo lingüístico
Via	Todo los que quema	Comburente: escuando el fogon esta con demaciada llama y le retiramos unas cuantas leñas.	1. Epistemológico 2. Epistemológico Cognitivo lingüístico
Ful	Es todo aquello que se da cuando encendemos un fogon que gracias al oxigeno obtenemos. Cuando reunimos todo lo necesario como: la leña, la mechera, bolsas y oxigeno que gracias a el obtenemos una combustión	Es todo aquello que prende y su función es dar una buena llama o fuego por ejemplo la leña.	1. Epistemológico 2. Epistemológico Cognitivo lingüístico
Lei	Combustio esto lo que puede prender como bolsa plástico u otros	El oxigeno porque sin el oxigeno el fogon de leña no puede prender	1. Epistemológico 2. Cognitivo lingüístico
Dia	Se trata de de lo que tiene que ver con combustibles	Para mi el comburente es debe ser la candela y si vamos a encender una cosa y no hay candela no la podemos prender.	1. Epistemológico 2. Ontológico 3. Cognitivo lingüístico
Yef:	Combustion: es el cambio que se realiza en una sustancia ¿pasa de un estado a otro y siempre al final se obtiene otra sustancia diferente.	El comburente es el aire es muy importante ya que si no se encuentra el fogon de leña no prende.	1. Epistemológicos 2. Cognitivo lingüístico
Kal	Es todo lo que quema	Es el aire porque sin el aire el fogon no funciona	1. Epistemológico 2. Cognitivo lingüístico
Ash	Es todo aquello que cuando quemamos se convierte en reciclador o por lo tanto reusamos y combustion escuando quemamos y se convierte en cenisa.	Su función principal es que tenga mucho oxigeno el fogon y que prenda y que no se sienta aogado	1. Epistemológicos 2. Cognitivo lingüístico
San	Combustion es todo la que quema	El aire y su función es dejar que entre oxigeno en un fogon para ver como combustiona.	1. Epistemológico 2. Cognitivo lingüístico

Maa	Combustion es el resultado de un proceso que lleva combustible y comburente y allí tiene que haber un cambio químico.	El comburente en una combustion es el oxígeno y su función es permitir que el combustible puede encender y durar el tiempo que el oxígeno y la persona quiera que llegue el proceso de combustion.	1. Cognitivo lingüístico
-----	---	--	--------------------------

Nota: Las respuesta de estudiantes se han transcrito de manera fiel, de acuerdo al instrumento de recolección de información

Convenciones de los diferentes obstáculos

-  Obstáculos cognitivos – lingüísticos
-  Obstáculos epistemológicos
-  Obstáculos ontológicos
-  Obstáculos epistemológicos y ontológicos

Basados en la Tabla 6, que relaciona los obstáculos de diferente naturaleza en el momento de desubicación, se analizaron los planteamientos de los estudiantes y en el hallazgo se detallan los numerales a continuación.

4.2.2 Categoría modelos explicativos de la combustión

El 83,33% de los estudiantes en la respuesta a la pregunta ¿Cómo defines la palabra combustión?, presentan obstáculos epistemológicos. Se puede inferir que es probable que aun tengan confusiones en los conceptos de combustión y combustible como lo expresan:

Lei: *Combustio esto lo que puede prender como bolsa plástico u otros*

Via: *Todo los que quema*

San: *Combustion es todo la que quema*

Dia: *Se trata de de lo que tiene que ver con combustibles*

Yis: *La palabra combustion para mi es todo lo que da fuego ocasiona fuego.*

Lo anterior demostró que en cuanto a modelos explicativos de la combustión se refiere, este porcentaje de estudiantes aún se encontraban en el modelo explicativo de sentido común

Las respuestas infieren que, pese a las actividades realizadas, los estudiantes están frente a un conflicto de identificación de términos o quizás centraron su atención en los elementos de la combustión y no al proceso en sí, explicado y referido por Astolfi (1999).

La resistencia es característica de los obstáculos, por lo que no podemos esperar superarlos con el sencillo aporte magistral de un saber científico "verdadero". A decir verdad, un obstáculo epistemológico no se resuelve nunca definitivamente, pues siempre puede volver a surgir en una determinada situación, con una forma u otra (Astolfi, 1999, pág. 165).

De otro lado el 16,66 % cuando se les cuestiona sobre la combustión, son claros y precisos al dar sus respuestas, evidenciando apropiación del concepto. Un ejemplo es la respuesta de Maa: *“Combustion es el resultado de un proceso que lleva combustible y comburente y allí tiene que*

haber un cambio químico”. Este grupo de estudiantes dirigió sus respuestas al modelo explicativo de la oxidación, de acuerdo a Tamayo y Sanmarti (2003).

Dentro de esta tendencia es importante resaltar la coherencia global funcional del discurso; el estudiante tiene clara la estructura global explicativa acerca del fenómeno estudiado y con el propósito de hacerlo explícito emplea diferentes recursos conceptuales provenientes de otros paradigmas sin llegar a contraponerlos (Tamayo y Sanmarti, 2003, pág.191).

Al analizar descriptiva y compresivamente las respuestas de la pregunta ¿cuál es el comburente en la combustión y cuál es su función?, paradójicamente, aunque los estudiantes explican el concepto de combustión desde sus experiencias cotidianas, identifican la importancia del oxígeno en el proceso, lo que automáticamente los ubica en otro modelo explicativo.

El 66.66% de los estudiantes identifica el oxígeno como el comburente en la combustión, además de explicar cuál es su función; esta situación puso al descubierto que los estudiantes relacionan la importancia del aire para mantener el fuego en el fogón de leña y por ende, del oxígeno en la combustión, como lo expresan los estudiantes Yef y Maa. Al respecto afirma Yef: *“El comburente es el aire es muy importante ya que si no se encuentra el fogon de leña no prende”* y Maa: *“El comburente en una combustion es el oxigeno y su función es permitir que el combustible puede encender y durar el tiempo que el oxigeno y la persona quiera que llegue el proceso de combustion”*; caso contrario a las investigación de Villamizar, Ariza y Parga. (2009).cuya unidad de trabajo fueron profesores de formación inicial y en ejercicio de ciencias naturales quienes manifestaban “que no es fácil aplicar los conceptos en el contexto de los estudiantes y desde situaciones cotidianas” (Villamizar, Ariza y Parga 2009, Pág. 3376); sin embargo en esta investigación, quizás la analogía cocinar en fogón de leña–proceso de combustión, haya contribuido para que los estudiantes pudieran ver la importancia del oxígeno en el proceso.

Una vez más los resultados son diferentes a conclusiones como lo manifestaron Villamizar, Ariza y Parga (2009)

Ignoran como lo histórico/epistemológico es fundamental para el diseño curricular y para la enseñanza de los conceptos asociados a la combustión, desconocen las teorías propias de la química, en particular la teoría del oxígeno y como ésta evolucionó de la teoría del flogisto; sus concepciones son flogistonistas lo que limita la enseñanza del concepto de combustión (Villamizar, Ariza y Parga, 2009, pág. 3376).

Por todo lo anterior es posible incluir ese 66,66% en el modelo explicativo de oxidación.

El 33.33% de los estudiantes presenta confusiones frente a el combustible y el comburente, esta situación constituye un obstáculo epistemológico y a la vez ontológico, quizás porque en la escuela y en la cotidianidad ha sido más frecuente el uso término combustible que el de comburente; esta situación es similar a la encontrada por Tamayo y Sanmartí (2003).

Dentro de los múltiples obstáculos ontológicos encontrados destacamos fundamentalmente los derivados de las concepciones transmitidas o inducidas, por ser éstos los que están en relación más directa con los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Algunas de las principales concepciones inducidas encontradas en el grupo son las siguientes: indiferenciación entre los procesos de respiración y combustión (Tamayo y Sanmartí, 2003, pág. 187).

Es probable que estos estudiantes aun estuvieran ubicados en el modelo explicativo de sentido común.

4.2.3 Categoría usos del lenguaje

El análisis del uso del lenguaje se centró en los obstáculos cognitivos lingüísticos desde la perspectiva de la macroestructura y la exigencia conceptual de Tamayo y Sanmartí (2005), ya que muestra la coherencia global entre las proporciones y oraciones que componen el escrito o discurso que elabora el estudiante. La coherencia de un texto se ve reflejada en el orden de las oraciones y por su significado en un contexto determinado. Dentro de ese orden de ideas en cuanto al uso del lenguaje, se resaltaron los siguientes hallazgos.

Es probable que los estudiantes presenten dificultad para expresar sus ideas de forma escrita, evidenciándose en el poco uso de vocablos técnicos o propios de las ciencias; sus respuestas están dadas en lenguaje común para ejemplificar la pregunta ¿Cuál es el comburente en combustión y cuál es su función? Yef y Ash responden respectivamente: *“El comburente es el aire es muy importante ya que si no se encuentra el fogon de leña no prende”* y *“Su función principal es que tenga mucho oxigeno el fogon y que prenda y que no se sienta aogado”*. Es evidente que la exigencia conceptual, en cuanto al uso de términos científicos que incluye la combustión es bajo, sus explicaciones son más descriptivas, quizás haciendo remembranza a lo acontecido durante la realización del laboratorio de cocina; situación que describen muy bien Tamayo y Sanmartí (2003).

La aparente necesidad de incluir en su propio discurso aquellos conceptos que a la luz del conocimiento actual y del saber popular se hacen imprescindibles para explicar un fenómeno determinado, lleva a su uso de manera indiscriminada, incoherente y en muchos casos inadecuada (Tamayo y Sanmartí, 2003, pág. 189).

Además, se puede referir lo que también dice Triana (2016), donde el uso del lenguaje común en la escuela, probablemente sea más utilizado que el lenguaje científico.

Observamos que, a pesar de aceptables procesos de enseñanza que reciben los jóvenes, en los niveles de educación básica, media vocacional, e inclusive en el universitario, la mayoría no supera el sentido común; por tanto, no alcanzan niveles comprensivos y explicativos de los fenómenos naturales que reflejen concordancia con el largo proceso de formación recibida (Triana, 2016, pág. 108).

En sentido general, se evidencia una dificultad en el uso del lenguaje científico, las explicaciones están cargadas de términos comunes, restando rigurosidad a los conceptos que se quisieron explorar.

La naturaleza de los fenómenos que trata la ciencia hace que el lenguaje cotidiano sea insuficiente para representarlos. Por eso la comunidad científica se comunica utilizando un lenguaje altamente especializado —el lenguaje de la ciencia— que incluye, además de palabras, gráficos, mapas, símbolos matemáticos, ecuaciones, etcétera (Márquez, 2005, pág. 28).

4.3 Momento de reenfoque

El momento de reenfoque o etapa final del proyecto, tenía como objetivo evaluar la evolución conceptual o el acercamiento al conocimiento científico de los estudiantes, para explicar el concepto de combustión haciendo uso del lenguaje científico; para tal fin, fue necesario realizar dos actividades: una desde el punto de vista de la analogía que promovió el proyecto (fogón de leña-combustión) y la otra consistió en aplicar por segunda vez el instrumento de ideas previas.

La actividad de las analogías fue analizada utilizando una matriz que relaciona las respuestas que plantearon los estudiantes y el cuestionario de ideas previas, se estudió con la matriz de los modelos explicativos de la combustión, para aplicar los parámetros que se realizaron en el momento de ubicación y así, visualizar el o estudiar el cambio conceptual.

4.3.1 Categoría Analogías

La actividad donde se utilizaba la analogía se planteó con un instrumento de lápiz y papel de la siguiente manera:

La siguiente imagen corresponde a un fogón de leña tradicional, dado que la ejecución de este conlleva a realizar una combustión. Escribe al frente de cada flecha el elemento correspondiente a dicho proceso y justifica tu respuesta.

Imagen 1. tomado de elfogondelena.blogspot.com/p/el-fogon.html



Tabla 7. Matriz de analogías fogón de leña – Combustión

Estudiante	Preguntas			
	a	b	c	d
Jho	Esto en la combustión lleva el nombre de combustible	Tiene como nombre cal o ceniza y es el resultado del combustible ya calcinado	El fuego es la fase o es el resultado del comburente y el combustible	Esto en el proceso de combustión lleva el nombre de oxígeno o comburente y es uno de los más importantes para que se de la combustión
Mai	Comburente Para que la actividad se pueda realizar por que sin el fogon no prende el fogon no hay funcionamiento	Cal: es llamada seniza y sirve para que el fogon se mantenga en funcionamiento y no se apague fácilmente	Fuego: nos sirve para que el fogon de leña se mantenga en funcionamiento	Aire, oxígeno Para que el fuego se mantenga estable y pueda obtener un buen resultado en el proceso de la combustion
Yis	Flogisto: ya que esta se quema y al terminar un residuo llamado cal	Cal: es lo que resulta después que se apague el fuego		Oxígeno. Ocupa un papel importante ya que este es llamado comburente porque es el que permite que no se apague
Dia	Leña: para mi la leña es uno de los elementos mas importante para una fogata	Seniza: lo que queda cuando ya el tison se consume no tiene mas fuerza para seguir ya se termino	La candela o fuego: es lo que permite que el fogon o la leña prenda	El aire o oxígeno: es el que se tiene que dar al fogon para que prenda y no se apague
Ful	La leña: es el combustible para que a el fogon le dure el fuego	Ceniza o cal: es el resultado que queda después de que se consume toda la leña	Fuego: es un fenómeno tan familiar su función es consumir toda la leña	El aire u oxígeno: su función es mantener el fogon encendido
San	Combustible: es el que ayuda paraque podamos tener un fogon prendido	Cal: es el reciduo de lo que queda del fogon de leña que llamamos cal o ceniza	Fuego: es la llama que podemos tener prendida cuando tenemos un buen oxígeno	Oxígeno: es el que nos sirve para poder tener un fogon de leña bien prendido como el aire o comburente
Via	Comburente: Esto es muy importante para el proceso de combustion	Ceniza o cal: es una sustancia o residuo que da al terminar el proceso de combustion	Candela o fuego: es una sustancia que quema	Aire o oxígeno : es la que permite que el fuego que no se acabe o estar al fogon en buen estado
Lei	Leña: hace un papel muy	Ceniza o cal: Lavoisier dijo	Fuego: es muy importante	Comburente: el la que le da

	importante al realizar un fogon de leña , si no hay leña el fogon no puede prender	que la quemar una sustancia se convierte en ceniza o cal osea que la quemar la leña se convierte en ceniza	porque si no hay fuego el fogon no va a prender es asi tanto como el comburente si no hay comburente no va a prender el fogon	oxigeno para que el fogon pueda prender
Ash	Leña: porque la leña cumple un papel muy importante porque cuando la encendemos podemos obtener fuego.	Seniza: la después de que la leña se haya consumido ya pasa a volverse seniza	El fuego: el fuego lo obtenemos después de haber encendido la leña	El ambiente: es el aire es decir el oxigeno eso quiere decir que el fogon esta funcionando bien y asi no se agota
Yef	El flogisto o leña es lo que prende lo que produce fuego en el fogon de leña	La cal: porque esto es lo que se queda después de que el fuego consume el comburente	Comburente: este tiene un papel muy importante porque sin este no puede prender el fogon	Comburente (oxigeno) este cubre el papel mas importante que todos porque sin este no importa que tengamos todos los implementos del fogon de leña no va a prender si no hay oxigeno (aire)
Maa	Leña o madera: es el combustible en el proceso de combustion	Ceniza o cal: porque en la combustion es el residuo que queda al calcinarse algo	Fuego: es la sustancia que arde en el proceso de combustion	Aire o oxigeno: en la combustion el oxigeno es el comburente, es decir el que hace que las cosas prenda
Ka1	Comburente: el comburente forma el papel importante porque el oxigeno	Ceniza o cal: es el papel importante porque es el flogisto	El fuego: es el que le da el funcionamiento después del oxigeno	Oxigeno: el oxigeno es importante porque sin el oxigeno no prende el fogon

Nota: Las respuestas de estudiantes se han transcrito de manera fiel, de acuerdo al instrumento de recolección de información

Convenciones



Elemento de la combustión



Termino análogo de fogón de leña

De la matriz anterior, se puede deducir que hay apropiación de la terminología que encierra el concepto de combustión, sin embargo, es probable que las sustentaciones que hacen los estudiantes sean insuficientes o someras, dejando ver su poca habilidad para argumentar o explicar los tópicos en mención. Un panorama más detallado se presenta en los numerales a continuación.

4.3.1.1 Inciso a. analogía leña – combustible

El 33,33% de los estudiantes identifican la madera como el combustible del fogón de leña y lo relaciona con el concepto de combustión como lo enuncia el estudiante Jho: *“Esto en la combustión lleva el nombre de combustible”*; otros sin embargo, aunque aplican correctamente la analogía carecen de explicaciones convincentes donde digan por qué la leña es el combustible; una muestra es lo dicho por el estudiante Ful: *“La leña: es el combustible para que a el fogon le dure el fuego”* y San *“Combustible: es el que ayuda para que podamos tener un fogon prendido”*. Probablemente las respuestas de estos estudiantes son una evidencia que hay dificultad en identificar el combustible como el objeto o sustancia que tiene la capacidad de arder o encender; el resultado se aplica a la afirmación de (Adúriz et al. (2005) quienes en el modelo didáctico analógico afirman que “los estudiantes deben procesar la información científica encontrándole significado y comprensión por comparación con los significados ya aprendidos para la información analógica” (Adúriz et al., 2005, pág. 4).

El 25% de los estudiantes considera o relaciona la leña con el comburente de la combustión, es decir presentan confusión de términos, incluso sus explicaciones presentan incoherencias por ejemplo la estudiante Mai refiere: *“Comburente: para que la actividad se pueda realizar por que sin el fogon no prende el fogon no hay funcionamiento”*; también la estudiante Via: *“Comburente: Esto es muy importante para el proceso de combustion”*. Parafraseando a Raviolo (2009), hablar del tizón o la madera en un fogón de leña es un análogo concreto -bien familiar- para un objetivo abstracto, que era identificar el combustible. Sin embargo, pese a la cotidianidad de realizar el proceso y la utilidad del término combustible quizás para este porcentaje de estudiantes no hubo apropiación del concepto.

El uso de las analogías como recurso didáctico, puede presentar una desventaja que está dada en el hecho que los estudiantes según el MDA de Adúriz et al. (2005), se queden en el momento anecdótico del proceso, es decir, fijen más su atención al objeto o situación familiar y no promuevan por el conocimiento científico; en términos de los autores, en el momento de conceptualización sobre la analogía “e negocian significaciones, se introduce vocabulario preciso, se elabora conjuntamente un listado de elementos de la información analógica que, luego, tendrán su correspondencia con la información científica destino” (Adúriz et al., 2005, pág. 4); de ahí que un 25% de los estudiantes no identifiquen la leña como combustible. Además, ni siquiera la incluyen en su discurso; ejemplo de ello es la estudiante Dia: *“Leña: para mi la leña es uno de los elementos mas importante para una fogata”*, igualmente la estudiante Lei, refiere: *“Leña: hace un papel muy importante al realizar un fogon de leña, si no hay leña el fogon no puede prender”*.

Finalmente el 16,66% de los estudiantes cuando se les pide relacionar la madera o leña con su respectivo elemento y función en la combustión lo hace con el flogisto, quizás porque durante el desarrollo de la unidad didáctica se estudió esta teoría y se les fijó el término, y, al igual que en la investigación de Ariza y Parga (2011), realizan una hibridación de flogisto y la teoría del oxígeno, para explicar el concepto de combustión y en este caso, para argumentar sobre por qué la leña es el combustible. Para ilustrarlo están las intervenciones de los estudiantes Yis y Yef. Dice Yis: *“Flogisto: ya que esta se quema y al terminar un residuo llamado cal”* y Yef: *“El flogisto o leña es lo que prende lo que produce fuego en el fogón de leña”*.

4.3.1.2 Inciso b. analogía Ceniza - Cal

El 100% de los estudiantes identifica la cal como la ceniza o residuo de la combustión. Probablemente porque el término es muy utilizado debido al uso cotidiano del fogón de leña y durante el proceso. Para la palabra ceniza o cal, se pueden referir algunos ejemplos como los de Jho y Lei. Jho afirma: *“Tiene como nombre cal o ceniza y es el resultado del combustible ya calcinado”*, también Lei dice al respecto: *“Ceniza o cal: Lavoisier dijo que la quemar una sustancia se convierte en ceniza o cal osea que la quemar la leña se convierte en ceniza”*. El resultado de este avance puede explicarse de acuerdo a Raviolo y Garritz (2007), quienes

argumentan que, entre las clases de analogías, se encuentran las familiares y las experimentales, características que describe en buena forma el objeto análogo, con el concepto abstracto o mejor concepto científico; esto debido a la cercanía que tienen los estudiantes con el hecho de hacer una fogata o un fogón de leña.

Sin embargo, aunque resulte evidente que los estudiantes conocen la procedencia de la ceniza, se presentó un caso con el estudiante Ka1, quien afirma: *“Ceniza o cal: es el papel importante porque es el flogisto”*, donde hay una explicación incoherente o no relacionada con el elemento correspondiente. Parafraseando a Astolfi (1999), persiste el obstáculo epistemológico ya que difícilmente son superados y pueden aparecer en cualquier instante en forma variada.

4.3.1.3 Inciso c. analogía candela- fuego – llama

Frente a la analogía candela, fuego, energía calórica, el 83,33% de los estudiantes mostró mucha seguridad para identificar el fuego de forma precisa como un elemento de la combustión; aunque no hubo relación o definición del término como la energía calórica que se produce y que se puede visualizar por medio de la luz dando como resultado la llama. Entre las respuestas estuvieron las de Jho y Mai. Jho dice: *“El fuego es la fase o es el resultado del comburente y el combustible”*, también Mai: *“Fuego: nos sirve para que el fogon de leña se mantenga en funcionamiento”*.

Otro porcentaje de estudiantes, el 8,33% relaciona el fuego con el comburente, porque considera que es muy importante en el proceso de la combustión, un ejemplo claro es Yef que responde: *“Comburente: este tiene un papel muy importante porque sin este no puede prender el fogon”*; es notable que la afirmación es equívoca desde el concepto y función del fuego; además probablemente también desconoce el concepto y función del comburente. Finalmente, un 8,33% de estudiantes no responde la pregunta;

4.3.1.4 Inciso d. analogía aire- comburente.

El 50, 00% de los estudiantes cuando se le pidió analogar el aire con su equivalente en el fogón de leña, contestaron que era el comburente y resaltaron su importancia, pues consideraron que es un elemento indispensable para que se efectuó la combustión; entre las respuestas estuvieron las de Yis quien dijo: *“Oxígeno. Ocupa un papel importante ya que este es llamado comburente porque es el que permite que no se apague”*, Maa a su vez afirmó: *“Aire o oxígeno: en la combustion el oxígeno es el comburente, es decir el que hace que las cosas prenda”* y Yef respondió: *“Comburente (oxígeno) este cubre el papel mas importante que todos porque sin este no importa que tengamos todos los implementos del fogon de leña no va a prender si no hay oxígeno (aire)”*. Sin embargo, estas afirmaciones son contrarias a las de la unidad de trabajo del proyecto de Buitrago (2015), quien para explicar el concepto de respiración, lo relacionaba con la combustión.

En este modelo se considera que el oxígeno es el combustible, es decir, la sustancia que se quema, como lo hace la gasolina en los carros. No se tiene claro que son los nutrientes como la glucosa o los ácidos grasos los que sufren los procesos de degradación y que en este modelo se considera que los nutrientes se queman para generar energía (Buitrago, 2015, pág. 43).

Ahora, el 50,00% restante al observar la imagen relacionan el entorno del fogón con el oxígeno o aire, pese a que su respuesta no es incorrecta, no utilizaron el termino adecuado – comburente- para identificar y justificar sus explicaciones; como se ha mencionado en otros apartes del análisis, probablemente el lenguaje común es predominante frente al lenguaje científico como sucede con Ash quien afirmó: *“El ambiente: es el aire es decir el osigeno eso quiere decir que el fogon esta funcionando bien y asi no se aoga”*, mismo caso que Kal quien dijo: *“Oxígeno: el oxígeno es importante porque sin el oxígeno no prende el fogon”* y Via, quien aduce que: *“Aire o oxígeno : es la que permite que el fuego que no se acabe o estar al fogon en buen estado”*. En este aspecto, quizás ocurre que el uso de las analogías como recurso didáctico, no contribuyó con el cambio conceptual y los estudiantes se quedan con el elemento análogo. Una situación similar es planteada por Raviolo y Garritz (2007, pág. 16), quienes exponen que “aunque las analogías contribuyen a la enseñanza ayudando a la visualización de conceptos

abstractos y aportando elementos motivacionales a las clases, pueden presentar su lado negativo como la sola retención de aspectos superficiales o pintorescos”.

4.3.2 Análisis de la aplicación del post test:

Como se había expuesto desde el inicio del proyecto en el momento de reenfoque, los estudiantes fueron sometidos por segunda vez a resolver el cuestionario de ideas previas (ver anexo 2), con el objetivo de analizar el acercamiento al concepto científico de combustión una vez culminaron las actividades propuestas en la UD para lograr tal fin. Posteriormente, se utilizó la matriz de la Tabla 8, para analizar los resultados en cuanto a los modelos explicativos de la combustión y los diferentes obstáculos partiendo de las respuestas de acuerdo a la pregunta ¿Qué papel cumple el oxígeno en la combustión?

Tabla 8. Modelos explicativos de la combustión y obstáculos de diferente naturaleza en momento de reenfoque





Modelo explicativo	Criterios explicativos	Respuesta de estudiantes	Número de estudiantes	Obstáculo
Pre- flogisto	El aire y el agua son los elementos indispensables para que se realicen los fenómenos y procesos en la naturaleza. El agua puede convertirse en tierra y viceversa		0	Ninguno, No hay estudiantes en este modelo explicativo
Flogisto	Las sustancias arden porque en su interior tienen un principio especial Un objeto o sustancia deja de arder cuando el principio calcinador se acaba Cuando una sustancia es quemada aumenta su peso La combustión se produce cuando una sustancia se combina con el flogisto Las sustancias que más arden son las que tienen más flogisto El flogisto es el elemento más importante y permite la combustión		0	Ninguno No hay estudiantes en este modelo explicativo
Oxidación	Toda sustancia para arder debe estar en presencia de oxígeno. Durante la combustión se absorbe oxígeno del aire. El aumento de peso de una sustancia quemada, es equivalente a la masa de aire que absorbe. La combustión se define como la	Jho: “el papel que cumple el oxígeno o comburente en la combustión es el mantener el fuego encendido”. Mai: “un papel muy importante porque sin el oxígeno el fogon de leña no encendería y se ahogaría Yis: “ el papel que cumple el oxígeno en la combustión es muy importante ya que sin este oxígeno llamado comburente no se podría dar la	10	Cognitivo lingüístico Dificultad para utilizar el acento y los signos de puntuación Ontológico Se evidencian expresiones o creencias populares s Ninguno En sentido general no hay

	<p>combinación de un combustible con el oxígeno.</p> <p>El oxígeno es el elemento primordial de la combustión.</p> <p>La combustión cesa cuando se consume el oxígeno o el combustible.</p> <p>Durante la combustión se desprende energía en forma de calor y se visibiliza con la luz</p>	<p>combustion</p> <p>Dia “un papel muy importante porque si no hay oxigeno nunca de esa manera va a prender”</p> <p>Ash: “oxigeno es el mas importante por que sin oxigeno nunca podríamos encender un fogón”</p> <p>Yef: “el oxigeno cumple el papel mas importante porque sin oxigeno no hay combustion”</p> <p>Maa: “ el papel mas importante por que sin oxigeno nada enciende o puede encenderse pero se apaga sino tiene oxigeno”</p> <p>Kal: “ el mas importante por que sin el oxigeno el fagon no prende”</p>	<p>obstáculos de aprendizaje</p> <p>Cognitivo lingüístico Coherencia global baja (dificultad para exponer en forma clara y coherente sus respuestas)</p> <p>Cognitivo lingüístico Dificultad para utilizar el acento y los signos de puntuación</p> <p>Cognitivo lingüístico Baja exigencia conceptual (poco uso de variables conceptuales)</p> <p>Cognitivo lingüístico Dificultad para utilizar el acento y los signos de puntuación</p> <p>Cognitivo- lingüístico Baja exigencia conceptual (poco uso de variables conceptuales)</p>
--	--	--	--

Sentido común	<p>Hablar de combustión es equivalente a incendios o explosiones.</p> <p>Ninguna sustancia puede arder o quemarse dentro del agua</p> <p>La madera es la única sustancia que puede arder</p> <p>Los objetos se encienden debido a que no contienen agua o están húmedos.</p> <p>Para realizar una combustión solo es necesario fuego, leña y petróleo.</p> <p>El elemento más importante para encender un fogón de leña es la leña.</p> <p>El residuo de la combustión se denomina ceniza.</p>	Ful: “ su función es hacer que el fogon coja buena llama y no se apague	1	<p>Ontológico</p> <p>Se evidencias conceptos o explicaciones derivadas de las creencias populares</p> <p>Las preconcepciones son más fuertes que los conocimientos compartidos en la escuela.</p>
Ningún modelo	Explicaciones sin coherencia.	Via: “Un papel muy importan por que si no hay oxigeno no tenemos nada”	1	<p>Epistemológico</p> <p>Dificultad para diferenciar entre el combustible y el comburente</p>

Nota: Las respuestas de estudiantes se han transcrito de manera fiel, de acuerdo al instrumento de recolección de información

Convenciones

-  Criterios explicativos y expresiones del modelo del preflogisto y flogisto
-  Criterios explicativos y expresiones del modelo de oxidación
-  Criterios explicativos y expresiones del modelo de sentido común
-  Criterios explicativos y expresiones de ningún modelo

Al finalizar las actividades que planteaban la UD, los estudiantes resolvieron por segunda vez el cuestionario de ideas previas y frente a la pregunta ¿Qué papel cumple el oxígeno en la combustión?, se encontró que el 83,33% de los estudiantes resalta la importancia del oxígeno en el proceso, por lo cual, se encuentran ubicados en el modelo explicativo de oxidación; ellos sostienen que sin el aire u oxígeno las sustancias, o mejor aún, el fogón de leña no podría arder o encender, lo anterior se puede adjudicar al hecho de que en la práctica de laboratorio de cocina con la actividad de preparación del arroz con longaniza en un fogón de leña, se hizo mucho énfasis en que si no hay aire, el fogón se sofoca o ahoga y finalmente se apaga; quizás también porque en la pregunta 6 del cuestionario (ver anexo 2), se plantea un experimento donde es evidente que si el combustible, en ese caso la vela, no está al aire libre, cesa la combustión o se acaba tan pronto se consume la cantidad de oxígeno que hay dentro del frasco de vidrio.

Los resultados anteriores describen que quizás las analogías son una buena estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos en el área de ciencias naturales, una situación similar fue concluida por Unas (2012, pág. 68): “En este estudio, los resultados demostraron que el uso de las analogías influye positivamente en la enseñanza-aprendizaje del concepto de reacción química, ya que las estudiantes lograron una mejor interpretación de los conceptos relacionados con el tema”. Como refuerzo a lo anterior puede citarse lo dicho por los estudiantes Yef y San. Yef afirma: *“el oxígeno cumple el papel mas importante porque sin oxígeno no hay combustion”* y a su vez San dice: *“El oxígeno cumple un papel muy importante en la combustion porque nos permite tener un fogon de leña encendido”*. Aunque los términos utilizados no son propiamente técnicos se puede decir que hay un acercamiento.

El 8,33% de los estudiantes luego de la aplicación de la unidad didáctica se ubican en el modelo explicativo de sentido común, porcentaje menor al 33,33% que había en el momento de ubicación como lo precisa Unas (2012, pág. 68): “La implementación de las analogías como estrategias de enseñanza-aprendizaje en el concepto de reacción química, permite en los estudiantes mejorar el aprendizaje del concepto, puesto que se logra pasar del lenguaje cotidiano –analógico- al manejo del lenguaje científico”. Inherente a lo anterior se cree que aquí se ve bastante bien cómo se moviliza la cantidad o porcentaje de alumnos de un modelo explicativo a

otro; específicamente cuando se alejan de las explicaciones comunes e inician a dar sentido científico a lo que ocurre en su entorno.

Finalmente otro 8,33% de estudiantes frente al interrogante ¿Qué papel cumple el oxígeno en la combustión?, plantean respuestas que no permiten ubicarlos en ningún modelo explicativo, debido a que sus explicaciones no tienen coherencia con la temática o concepto del oxígeno en la combustión, un ejemplo es el estudiante Via: *“Un papel muy importante por que si no hay oxigeno no tenemos nada”*; se hace difícil que luego de realizar las actividades de UD, se encuentren estudiantes que probablemente confundan los conceptos o en otros términos, planteen explicaciones alejadas del contexto de las actividades; esto se puede presentar quizás por lo que dice Raviolo (2009) sobre el uso de las analogías, que tiene dificultades o desventajas entre ellas: *“la no abstracción de las correspondencias entre los dominios”* (Raviolo, 2009, pág. 59). También se puede creer que el estudiante quiso decir que sin el oxígeno no hay combustión, atribuyendo el carácter de nada al proceso en mención; sin embargo, es más preciso ubicar la respuesta en el ítem ningún modelo ya que según los criterios explicativos se presenta una incoherencia.

Se ha examinado y analizado hasta aquí los avances de los modelos explicativos de la combustión, se propone en lo seguido analizar que sucedió con los diferentes obstáculos que presentaban los estudiantes al inicio del proyecto. Para recordar es conveniente visualizar la Tabla 5, donde se relacionan los obstáculos con sus respectivos indicadores.

4.3.3 Obstáculos de aprendizaje - momento de reenfoque

En cuanto a los obstáculos que presentaron los estudiantes en el análisis del post test, se puedo precisar lo siguiente:

En los modelos explicativos del preflogisto y flogisto, no hay ningún obstáculo a resaltar debido a que no se cuenta con estudiantes clasificados en esos ítems, la razón pudo ser que en sus preconcepciones y las actividades realizadas en el desarrollo del proyecto, no hubo elementos

que demostraran la existencia del flogisto para que el concepto hubiese tenido mayor fijación en sus memorias.

Sin tener en cuenta el tipo de modelo explicativo, en el modelo explicativo de oxidación, el 50,00 % de los estudiantes presentan obstáculos cognitivo–lingüísticos, debido a que sus las expresiones tienden a ser incoherentes, es decir, se evidencia problemas de redacción además de la dificultad para utilizar el acento y los conectores gramaticales, para ejemplificar está lo dicho por Yis y Dia. Yis dice: *“el papel que cumple el oxígeno en la combustión es muy importante ya que sin este oxígeno llamado comburente no se podría dar la combustión”* y a su vez, Dia afirma: *“un papel muy importante porque si no hay oxígeno nunca de esa manera va a prender”*

Este obstáculo fue el más predominante durante el desarrollo del proyecto, sin embargo, aunque se presentó una pequeña disminución en cuanto a la coherencia global de las respuestas, en otras palabras, los escritos mostraban mejor redacción y por ende se facilitaba su comprensión; los errores ortográficos y el poco uso del lenguaje científico marcado con la tendencia a expresar vocablos comunes fueron algunos de los aspectos persistentes. La situación descrita, puede ser común en muchos proyectos de investigación aplicados en la escuela, quizás la oralidad este más arraigada en los escolares y, por ende, se les dificulta realizar escritos; como en lo ocurrido en otras investigaciones.

Los obstáculos cognitivo-lingüísticos influirán decisivamente en el logro de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes. Su superación implica adentrarnos en la importancia del análisis de los discursos producidos y utilizados en el aula, saber cómo se negocian sus significados, cómo adquieren nuevos significados, cómo son representados y cómo son utilizados para nuevas construcciones conceptuales (Tamayo y Sanmarti, 2003. pág. 194).

De otro lado, el 16. 66% de los estudiantes aun presenta obstáculos ontológicos los cuales se representan con expresiones derivadas de la cultura popular, de sus vivencias; dan explicaciones que, aun siendo acertadas, tienden a alejarse de los conocimientos compartidos en la escuela; quizás para estos estudiantes como se mencionó en otros apartados, las analogías no los acerca al conocimiento científico, sino que los centra en el análogo, lo que deja el proceso inconcluso, así

como lo expresan algunos estudiantes. Dice Ful: *“su función es hacer que el fogon coja buena llama y no se apague”* y Mai: *“un papel muy importante porque sin el oxígeno el fogon de leña no encendería y se ahogaría”*. Las explicaciones de Ful y Mai demuestran la dificultad que hay para desaprender, es decir, cambiar los pensamientos o actitudes que en ocasiones son erróneos o poco objetivos por mejores acciones; y el individuo quizás de forma inconsciente persiste en ellos; convirtiéndolos en obstáculos ontológicos para el aprendizaje. Parafraseando a Tamayo y Sanmartí 2003 sus expresiones presentan similitud al lenguaje cotidiano, el cual es muy distante al lenguaje del discurso del profesor y los textos escolares, de ahí que al tener origen en sus costumbres o tradiciones se convierte en un obstáculo ontológico para el aprendizaje.

El 8,33% de los estudiantes al resolver por segunda vez el cuestionario de ideas previas presenta obstáculos epistemológicos marcados, con la dificultad para identificar los elementos del proceso de combustión, específicamente el comburente y su función. El estudiante Via por ejemplo, responde: *“Un papel muy importan por que si no hay oxígeno no tenemos nada”*. La respuesta de Via, puede caracterizarse como ambigua porque no precisa a qué se refiere, quizás este estudiante, tiene desconocimiento de la importancia del oxígeno en la combustión y las actividades del proyecto no lograron ser suficientes para superarlo; es así que algunos autores como Astolfi (1999), plantean que en una investigación es más importante que el estudiante identifique el obstáculo y ejerza control sobre éste, que tratar en sí de superarlo, con lo que se estaría trabajando un objetivo no planteado en el proyecto.

Finalmente, el 8,33% de los estudiantes luego de resolver el cuestionario de ideas previas no presentó ningún tipo de obstáculos de aprendizaje, porque en sentido general demostraron dominio y apropiación del concepto estudiado, ya que sus respuestas se acercaban al concepto científico de combustión y sus elementos; este caso fue analizado en la estudiante Yis quien dijo: *“el papel que cumple el oxígeno en la combustion es muy importante ya que sin este oxígeno llamado comburente no se podría dar la combustión”*. Sin embargo, aunque aparentemente hay una buena respuesta, pudo hacer explícita la función del oxígeno, como lo expresa Lemke (1997) y Jorba y Sanmartí (1997) citados por Tamayo y Sanmartí (2003, pág. XX): “es evidente el empleo de términos científicos sin significado claro, lo que hace pensar en el empleo de un

lenguaje aprendido de manera superficial y repetitiva, muy distante de lo propuesto”. Lo anterior, pone en duda la veracidad del aprendizaje.

Conclusiones

El uso de las analogías como recurso didáctico para el aprendizaje de diversos conceptos en las ciencias naturales, tiene como propósito central llevar a la realidad los contenidos que revisten de abstracción para los estudiantes y que, por conocimientos ancestrales o populares, pierden rigurosidad científica. Para tal fin, se consideró oportuno afrontar la problemática tomando como punto de referencia la riqueza cultural y prácticas ancestrales en las cuales los estudiantes tenían muchas fortalezas.

Al culminar las actividades contempladas en el proyecto se puede concluir que las analogías aportan al uso del lenguaje científico y el aprendizaje de la combustión de la siguiente manera: las analogías que se aplican desde el trabajo cooperativo y procedimental, es decir en el desarrollo de prácticas de laboratorio, aportan mucha motivación y participación activa en los estudiantes, debido a que ellos pudieron interactuar directamente y en forma real con el concepto que se quiso estudiar, dándole mucha importancia a sus pre-saberes y a las contribuciones que cada uno tenía para que se realizara un buen trabajo en equipo.

Al utilizar el proceso de cocinar en fogón de leña como análogo para aprender el concepto de combustión y sus elementos, permitió clasificar los estudiantes en los modelos explicativos de la combustión, especialmente en el de oxidación y sentido común, debido a que el mayor porcentaje resaltaba la importancia del oxígeno en el proceso y otros, se inclinaban por sus creencias o experiencias cotidianas respectivamente.

La aplicación de la UD permitió identificar los obstáculos de aprendizaje que tenían los estudiantes frente al concepto de combustión, entre estos están: los epistemológicos, ontológicos y cognitivo-lingüísticos; siendo los últimos los de mayor predominancia en la aplicación del cuestionario de ideas previas en el momento de ubicación y reenfoque de la UD, con lo cual, se evidencia la dificultad en la producción textual para expresar sus ideas, de ahí que por ser un factor que excede los objetivos de este proyecto, puede ser objeto de estudio en futuras investigaciones.

En cuanto al uso del lenguaje, se puede decir que la analogía aportó para que se evidenciara un ligero movimiento desde el lenguaje común al lenguaje científico, porque los estudiantes incorporaron en sus explicaciones términos propios del lenguaje de las ciencias, dejando de lado las expresiones comunes o cotidianas, de ahí que se considera que el proyecto fue insuficiente para hablar de una verdadera evolución conceptual.

El uso de la analogía cocinar en fogón de leña—combustión, en sentido general fue fructífero para que los estudiantes identificaran los elementos básicos que posibilitan la combustión, especialmente el combustible y el comburente, no obstante, los estudiantes no lograron profundizar a nivel microscópico, se les dificultó conceptualizar sobre la energía calórica, dando como aporte alcances a nivel macroscópico pues se facilitaba la comprensión del concepto por el carácter tangible del trabajo y limitaciones a nivel microscópico o atómico.

Recomendaciones

Es necesario que los docentes indaguen o exploren los pre-saberes o ideas previas que tienen sus estudiantes, antes de iniciar la clase, con el objetivo de identificar los obstáculos de aprendizaje, al igual que las fortalezas en cuanto a un concepto, fenómeno o proceso a estudiar para que dichos obstáculos sean el punto de referencia, para diseñar las estrategias de superación de dificultades y fortalecimiento de potencialidades.

En cuanto a los obstáculos cognitivo–lingüísticos que presentan los estudiantes, es importante que en las instituciones educativas se formulen y ejecuten proyectos transversales orientados en los procesos de lecto–escritura, para superar las dificultades de los educandos, ya que su existencia permea todas las áreas del conocimiento y puede influir en el desmejoramiento de la calidad del proceso de aprendizaje.

Se considera interesante continuar explorando el uso de las analogías como recurso didáctico para el aprendizaje de diversos conceptos en el aula, bien sea desde el modelo didáctico analógico (MDA), donde los estudiantes construyen o diseñan los modelos análogos que consideran que representan un concepto a estudiar o a partir de actividades o fenómenos que hacen parte de su cotidianidad.

Utilizar las analogías como recurso didáctico para fortalecer el trabajo cooperativo, dejando de lado las individualidades a fin de que los estudiantes en estos espacios generen discusiones formativas, se fortalezcan entre sí a partir de los errores o desaciertos, reformulen o realicen un cambio conceptual de sus preconcepciones y finalmente fortalecer el pensamiento crítico.

Referencias

- Adúriz, A., Garófalo, J., Greco, M. y Galagovsky, L. (2005). Modelo didáctico analógico. Marco teórico y ejemplos. *Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII Congreso.*, 1-6.
- Amador, R., Gallego, R. y Pérez, R. (11 de Noviembre de 2008). *Desde qué versiones epistemológicas construyen modelos mentales los profesores en formación inicial: una investigación didáctica*. Obtenido de Tecné, Episteme y Didaxis 24, 8-22:
<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/viewFile/388/390>
- Amador, R; Gallego, R y Perez, R. (2005). Del flogisto a la oxidación: La construcción de modelos explicativos en la formación inicial de profesores de química. *Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em ciências atas. Do V enpec - Nº 5. - issn 1809-5100*
- Aragon, M., Bonat, M., Oliva, J. y Mateo, J. (1999). *Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias*. Obtenido de Revista Alambique 022. Versión electrónica:
<http://www.grao.com/es/producto/las-analogias-como-recurso-didactico-en-la-ensenanza-de-las-ciencias>
- Ariza, L. y Parga, D. (2011). *Conocimiento didáctico del contenido curricular para la enseñanza de la combustión*. Obtenido de Didáctica de la química 22(1), 45-50.:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v22n1/v22n1a8.pdf>
- Astolfi, J.-P. (1999). *El tratamiento didáctico de los obstáculos epistemológicos*. Obtenido de Revista Educación y Pedagogía, 6(25), 151-171:
<http://aprendeonlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/5863/5276>
- Ausubel, D. P. (1973). “Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento”. En Elam, S. (Comp.) *La educación y la estructura del conocimiento*. Ed. *El Ateneo*. Buenos Aires. Págs. 211-239.
- Borzi, S., Peralta, L., Cabra, M. y Soloaga, N. (2015). Los modelos explicativos del desarrollo cognitivo y la psicología genética. *Revista de psicología (UNLP)*, 32-44.

Buitrago, L. (2015). *Las analogías como estrategia de enseñanza en el aprendizaje del campo conceptual de la respiración (Tesis de Maestría)* . Obtenido de Universidad Autónoma de Manizales:

<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/972/1/Las%20analog%C3%ADas%20como%20estrategia%20de%20ense%C3%B1anza.pdf>

Fernández, J. y Elórtogui N (2005). Orientaciones y dificultades para la aplicación en el aula de la relación analógica en los modelos de las ciencias. VII Congreso Internacional de Investigación en la Enseñanza de las Ciencias. *Educación científica para la ciudadanía, Granada, España.*

Garcés, D. (2008). La educación afrocolombiana: escenarios históricos y etnoeducativos, 1975-2000. Tesis doctoral. *Editorial Valformas*

Galagovsky, L y Adúriz-Bravo, A (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. el concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2), 231-242 231

Galán, C. y Montero, J. (2002). El discurso tecnocientífico: La caja de herramientas del lenguaje. Madrid, España: *Arco/Libros*.

Gallego, R., Pérez, R. y Gallego, A. (Julio de 2015). *Del modelo científico flogisto al modelo de oxidación. El concepto de frontera*. Obtenido de Educación Química, 26(3), 242-249: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15000361>

Imagen 3. Fogón de leña tradicional. *tomado de: elfogondelena.blogspot.com/p/el-fogon.htm*

Linares, R. (2006). *El uso de las analogías en los cursos del Departamento de Química de la Universidad del Valle*. Obtenido de Revista Educación y Pedagogía 18(45), 133-139: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/6093/5499>

Márquez, C. (2005). *Aprender ciencias a través del lenguaje*. Obtenido de Educar 27-38: http://gent.uab.cat/conxitamarquez/sites/gent.uab.cat.conxitamarquez/files/Aprender%20ciencias%20a%20traves%20del%20lenguaje_0.pdf

- Martínez, J. (2011). *Métodos de investigación cualitativa*. Obtenido de Silogismo, 8, 1-33:
<http://www.cide.edu.co/doc/investigacion/3.%20metodos%20de%20investigacion.pdf>
- Oliva, J y Adúriz, A, (2005). Simposio las analogías en la enseñanza de las ciencias.
Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII Congreso
- Raviolo, A. (Enero de 2009). *Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química*.
Obtenido de Educación Química 20(1), 55-60:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000100005
- Raviolo, A. y Garritz, A. (2007). Analogías en la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química*, 18(1), 15-28.
- Rodríguez-Mena, M. (2000). *Aprendiendo a través de analogías*. Obtenido de CIPS, Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas, 1-25:
<http://biblioteca.clacso.edu.ar/Cuba/cips/20120822011928/rodri1.pdf>
- Romero, C. (2005). *La categorización un aspecto crucial en la investigación cualitativa*.
Obtenido de Revista de investigaciones CESMAG, 6(1), 113-118:
<http://investigumire.iucesmag.edu.co/ire/index.php/ire/article/view/137/90>
- Tamayo, O. y Sanmarti, N. (2003). *Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración*. Obtenido de Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 1(1), 181-205:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-715X2003000100007&script=sci_abstract&tlng=es
- Tamayo, O. y Sanmati, N. (2005). *Características del discurso escrito en los estudiantes en clases de ciencias*. Obtenido de Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud en alianza con la Universidad de Manizales y el CINDE, 3(2), 4-20:
<http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/alianza-cinde-umz/20131029112526/art.OscarEugenioT.pdf>

- Tamayo, O., Vasco, C., Suárez, M., Quiceno, C., García, L. y Giraldo, A. (2010). *La clase multimodal. Formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación*. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.
- Triana, G. (2016). *El problema del lenguaje y la enseñanza de las ciencias*. Obtenido de Revista Digital Perfiles Libertadores, 1, 116-124: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/612-1806-2-PB.pdf>
- Unas, Y. (2010). *Uso de las analogías como una estrategia para la enseñanza- aprendizaje de reacción química. (Trabajo de grado de Maestría)*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia
- Villamizar, D.; Ariza, L. y Parga, D. (2009). Conocimiento didáctico del contenido curricular en la enseñanza de la combustión. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 3374-3377
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3374-3377.pdf>

Anexos

Anexo 1. Unidad Didáctica para el manejo del lenguaje científico. Aprendizaje del concepto de combustión.

MOMENTO DE UBICACIÓN

Ideas previas

Objetivo: Explorar los modelos explicativos que tienen los estudiantes acerca del concepto de combustión.

Actividad N° 1: Exploración de presaberes:

Para explorar los presaberes de los estudiantes se realizarán las siguientes actividades:
Se entrega a cada estudiante un instrumento para indagar las preconcepciones que tienen acerca del concepto de combustión. El cuestionario debe ser resuelto en 30 minutos de tal forma que los estudiantes no se sientan presionados y puedan plasmar de forma amplia sus ideas. Ver anexo 2.

Transcurrido el tiempo cada chico entrega el instrumento se leen las respuestas, luego las ideas generales serán consignadas en un extremo del tablero donde hay un recuadro nombrado con la letra S, que simboliza lo que los estudiantes saben.

Las respuestas seguirán fijadas en el tablero para que ellos puedan visualizar durante el proceso qué sabían y qué aprendieron.

Identificación de estudiantes que saben encender un fogón de leña, para que explique a los otros compañeros como se hace y aspectos se deben considerar para hacerlo para lograr dicha identificación sin previo aviso y de manera individual pregunto a los estudiantes ¿quién ha cocinado en fogón de leña?

Luego los estudiantes que respondan de forma positiva a la pregunta pasarán al frente y expondrán los conocimientos que tienen.

MOMENTO DE DESUBICACIÓN

Objetivo: Estudiar el concepto de combustión mediante el uso de analogías cocinar en fogón de leña – combustión

Descripción de actividades: En el momento de desubicación o de enseñanza propiamente dicha será la etapa en la que se confrontaran las ideas previas de los estudiantes con las explicaciones científicas del proceso de combustión, es de resaltar que estudiarlo se proponen diversas actividades que serán explicadas de forma detallada en cada ítem de la UD que hace parte de los diferentes momentos.

Sin embargo, de forma general se puede describir que para la enseñanza y el aprendizaje del concepto de combustión se propone lo siguiente.

Estudiar los modelos explicativos de la combustión (flogisto, combustión, oxidación y sentido común) mediante la realización de una lectura y resolución de preguntas en parejas, con lo cual los estudiantes iniciaran a realizar un choque de ideas entre lo que inicialmente pensaban y lo que explica la ciencia; al finalizar la lectura el docente explica y aclara en que consiste cada modelo, sus semejanzas y diferencias, cual es el modelo más aceptado y que contiene para poder refutar los otros.

En la etapa de la realización del laboratorio de cocina (preparar un arroz con longaniza) los estudiantes deberán aplicar el concepto de combustión y sus elementos (combustible, comburente) para poder encender y mantener el fuego en el fogón; durante el proceso se realizarán homologaciones, es decir, plantear otras formas para encender el fogón o hacer combustión, que otros combustibles se pueden utilizar. Todo anterior teniendo en cuenta los recursos que brinda el medio y plantear el análogo desde el punto de vista científico para poco a poco irse acercando al cambio conceptual

Historia y epistemología

Objetivo: realizar un viaje histórico por la construcción del concepto de la combustión con la lectura “Una reacción con historia la combustión” esto con el objeto que los estudiantes puedan comparar la concepción que se tenía en la antigüedad sobre el concepto de combustión y como ha cambiado en la actualidad. La lectura “Una reacción con historia la combustión se encuentra en los anexos (ver anexo 3)

Duración de la actividad 1 hora

20 minutos para la lectura

30 minutos para la discusión y explicación de los modelos explicativos por parte del profesor

Dimensión afectiva y metacognitiva

Objetivo: realizar un proceso de autorregulación del aprendizaje de las de las categorías que aborda el proyecto y que se encuentran inmersas en la lectura, por medio de la aplicación de un cuestionario kpsi.

La actividad nos permitirá indagar y explorar como se están sintiendo los estudiantes y hasta qué punto inician a apropiarse de nuevos conceptos o términos relacionados con la temática abordada en el proyecto; es así como Arellano, Jara, Merino, Quintanilla y Cuellar (2008) sostienen que el KPSI es un instrumento para la regulación del proceso de aprendizaje y representa un cuestionario de autoevaluación del alumnado que permite de una manera rápida y fácil efectuar la evaluación inicial de las ideas previas del alumno. El objetivo de este instrumento es obtener información sobre la percepción que el sujeto tiene de su grado de conocimiento en relación a los contenidos que el profesor(a) propone para su estudio y comprensión.

El cuestionario para esta actividad se encuentra en los anexos (ver anexo 4)

Duración 1 periodo de clase (50 minutos)

Tiempo para resolver: 20 minutos

Tiempo para la discusión: 30 minutos

Multimodalidad en el aula

Objetivo: realizar prácticas de laboratorio y preparar un arroz con longaniza para que los estudiantes puedan conceptualizar acerca de los cambios que se presentaran en las sustancias utilizadas y la combustión en el fogón de leña.

Descripción de las actividades

En aras de hacer que el desarrollo de la UD sea agradable para los chicos se plantea la realización 2 actividades: preparación de un arroz con longaniza y un jabón artesanal porque los laboratorios son actividades muy motivadoras para los estudiantes porque les permite de una u otra manera acercarse a la realidad, vivenciar los procesos y ser parte activa de ellos, de forma tal que al desarrollar las practicas se conviertan en el punto central debido a que los estudiantes podrán ser impresionados por sus sentidos, posteriormente percibir y al final construir el conocimiento sobre los conceptos que encierra la aplicación de del proyecto;

Es importantes que los estudiantes visualicen la idea de que los cambios que se producen en la materia son debido a procesos internos es decir a nivel de átomos “Otro aspecto considerado en el nivel nanoscópico y que permite caracterizar a las reacciones químicas considera que durante los cambios que suceden cuando ocurre una reacción química, cambian las sustancias pero los tipos de átomos de los elementos involucrados se conservan; esto es posible gracias a que las partículas colisionan presentándose rupturas y nuevas atracciones, es decir, rompimiento y formación de enlaces. Teniendo en cuenta que son los átomos los que sufren una reorganización, se conservan los elementos, la masa, el número de átomos, la energía y la carga” (Benítez & Valderrama, 2014, pág. 43). Sumado a lo anterior la preparación de un arroz con longaniza, que constituye un plato típico de la región y muy apetecido por los estudiantes, los llevara a aplicar estrategias para encender y mantener el fuego en el fogón; además de las lecturas que se realizarán y las explicaciones por parte del docente se constituirán en los insumos para construir el concepto de combustión y sus elementos.

Como el grupo de trabajo es 28 estudiantes se dividen en 2 equipos; en los cuales habrá 2 grupos de 14 integrantes, luego cada equipo estará encargado de una práctica así:

El quipo 1 Preparación del arroz con longaniza

El equipo 2 fabricación de jabón artesanal

Para conformar los equipos de trabajos los estudiantes tendrán la oportunidad de hacerlo libremente con los compañeros que se sientan más a gusto, para que el trabajo se realice en armonía y todos participen activamente en él. A cada equipo se le entregará una guía de trabajo donde se especifican los elementos y materiales necesarios para desarrollar las referidas practicas; además se tendrán en cuenta las sugerencias y aportes de los estudiantes, pues son ellos que finalmente realizaran cada una de las actividades. Ver el anexo 5

Una vez culminados los laboratorios que se realizaran en 2 secciones, es decir uno en cada clase, procedemos con la resolución de un cuestionario donde los estudiantes aplicaran la analogía fogón de leña – combustión, con identificación de sustancias que cambian químicamente en cada actividad para que al final se pueda explicar en qué consiste el proceso de combustión como cambio químico a partir de lo observado en el laboratorio; estas explicaciones serán consignadas en la cartelera al frente de las preguntas S, pero serán identificadas con la letra A que represente lo que se aprendió, además deberán resolver la siguiente evaluación; disponible en el anexo N°6

MOMENTO DE REENFOQUE

Evolución conceptual

Objetivo Identificar los modelos explicativos que tienen los estudiantes del concepto de combustión luego de la aplicación de la unidad didáctica

Descripción de las actividades: El momento de reenfoque está dividido en 3 secciones así:
Primera sección: Al realizar las prácticas de laboratorio, se generaron unos conceptos nombrados con la letra A, (lo que aprendí) se podrán comparar las fichas S que contienen las ideas previas; finalmente los estudiantes aplican la analogía cocinar en fogón de leña de la siguiente forma:

Frase común	Análogo	Frase científica
Tizones	Leña (madera)	Combustible
Chuspa, bolsas	Plástico	Combustible
Aire	Oxígeno	Comburente

Segunda sección: se propone una actividad complementaria para fortalecer el proceso de cambio conceptual desde el punto de vista de *usos del lenguaje cotidiano al lenguaje científico*, se plantea aplicar por segunda vez el cuestionario inicial o de exploración de ideas previas (anexo 2) con el objetivo de evaluar la pertinencia y eficacia de las actividades que contemplaba la unidad didáctica a fin de solucionar el problema que convocó la realización del proyecto, finalmente los estudiantes pueden reformular sus concepciones acercándose más a los conceptos científicos y plasmar los resúmenes en los cuadernos.

Tercera sección: Se seleccionarán 6 estudiantes (3 hombres y 3 mujeres) para que respondan una entrevista estructurada del tema de la combustión, con el objetivo de evaluar que tan apropiados están los estudiantes del lenguaje científico para explicar proceso estudiado. Ver entrevista en el anexo 7

Anexo 2. Instrumento para indagar ideas previas

INSTRUMENTO PARA INDAGAR IDEAS PREVIAS

NOMBRE _____ FECHA: _____
ACTIVIDAD DE EXPLORACIÓN DE PRESABERES

Estimado estudiante a continuación encontraras una serie de preguntas acerca de tus conocimientos sobre situaciones cotidianas, responde con detalles y sinceridad los interrogantes planteados

Tiempo: 30 minutos

¿Algún día has encendido un fogón de leña? Describe cómo se hace

Menciona los elementos u objetos que utilizas para encender un fogón de leña

¿Cuál de todos los elementos u objetos mencionados anteriormente consideras es el más importante para que encienda un fogón de leña y por qué?

Describe que sucede cuando un fogón está ahogado y como se supera esa situación

¿De acuerdo a la pregunta anterior que papel cumple el oxígeno en la combustión?



Analiza el experimento anterior y explica por qué crees que se presenta ese resultado

¿Cuál crees que es el elemento indispensable para encender fuego o para que haya una explosión Justifica tu respuesta. ?

Gracias

Anexo 3. Lectura una reacción con historia, la combustión

Ampliación ecológica

UNA REACCIÓN CON HISTORIA

LA COMBUSTIÓN

Para nosotros el fuego es un fenómeno tan familiar en nuestras vidas, que pocas veces nos preguntamos qué pasaría si no existiera. ¿Qué ocurre realmente cuando una sustancia arde o se quema? ¿De qué manera podríamos aprovechar los conceptos hasta ahora estudiados para explicar la existencia del fuego? Estas y otras preguntas fueron un misterio durante largo tiempo y las respuestas que se dieron frente a estos hechos constituyeron un hito en el avance del conocimiento científico.

A fines del siglo XVII la ciencia tomó un nuevo rumbo cuando el interés de los científicos se centró en el estudio de la **combustión**, que entendían como el proceso durante el cual las sustancias ardían.

Para explicar este fenómeno, un médico alemán llamado Jorge Stahl (1660-1734) propuso la teoría del flogisto.

¿QUÉ ERA EL FLOGISTO?

Según la teoría del flogisto, todas las sustancias que arden: aceites, grasas, carbón, azúcar e incluso metales, contenían "flogisto", un principio de combustibilidad que tenían dichas sustancias y que se liberaba junto con la llama.

Para Stahl el flogisto puro no podía ser aislado, no tenía estado sólido, líquido, ni gaseoso y su naturaleza sólo podía ser conocida a través de sus efectos. Así, cuando una sustancia perdía todo su flogisto, la sustancia se apagaba y al mismo tiempo quedaba un residuo: la "ceniza" o la "cal".

Stahl ampliaba su razonamiento diciendo que si a las cenizas residuales se les agregaba flogisto, se podía volver a la sustancia original. Esto se conseguía cuando las cenizas se juntaban con alguna otra sustancia rica en flogisto, como por ejemplo el carbón.

Estas explicaciones corroboraban los dos procesos opuestos que se observaban al quemar un metal: el metal se calcina dejando escapar un flogisto y vuelve a formarse cuando se une al flogisto perdido. Podemos representar



Combustión.

estos procesos con las siguientes ecuaciones:



La teoría del flogisto tuvo amplia aceptación por los científicos de la época, aunque no lograba explicar algunas observaciones cuantitativas en el proceso de combustión.

TEORÍA DE LA COMBUSTIÓN

En 1772, Antoine Laurent Lavoisier, un notable científico francés, fue quien explicó satisfactoriamente el proceso de combustión. Explicación válida aún en la actualidad.

Lavoisier había observado, mediante el uso de la balanza, que cuando se quemaban el azufre o el fósforo o se calcinaban metales, éstos aumentaban su masa. El llegó a la conclusión de que el aumento de masa era debido a la absorción de una gran cantidad de aire y

reconoció que la misma causa repetía el fenómeno en todas las formas de combustión. Aprovechando el trabajo de otros científicos de la época que buscaban identificar y caracterizar las propiedades de diferentes gases, logró reconocer que el **oxígeno** presente en el aire tenía un papel fundamental en la combustión.

POSTULADOS DE LA TEORÍA DE LA COMBUSTIÓN

- Las sustancias arden sólo en presencia de oxígeno.
- El oxígeno es absorbido durante la combustión y el aumento de masa de la sustancia quemada es igual a la pérdida de masa del aire.
- Todas las formas de la combustión sin excepción, pueden entenderse como combinación de la sustancia combustible con el oxígeno del aire.

En su análisis de la combustión Lavoisier fue aún más lejos, ya que demostró también que la respiración de los seres vivos es un proceso de combustión, aunque sin llama, de ahí que el oxígeno asimilado por los organismos sea imprescindible para producir sustancias de alto contenido energético. ■

Contesta:

- Explica en qué consistía la combustión para Stahl.
- Explica qué argumentos empleó Lavoisier para refutar la teoría del flogisto.

Anexo 4. Actividad Afectivo-Metacognitiva

Nombre _____

Fecha: _____ grupo _____

De acuerdo con la lectura anterior “el fuego en la prehistoria” analizar y reflexionar sobre las siguientes preguntas.

Para responder marque con una X en la casilla que a su juicio corresponda.

Tiempo de duración: 10 minutos

Calificación:

1. Lo sé bastante bien y lo puedo explicar a alguien.
2. Lo sé pero no sé si podría explicárselo a alguien.
3. Lo sé un poco. No estoy seguro de saber
4. No lo entiendo. No lo sé.

Preguntas	1	2	3	4	Observaciones
¿Consideras que ha sido importante el papel de Stahl en el desarrollo del concepto la combustión? Si __, No__ justifica tu respuesta					
¿Puedes relacionar el fuego y la combustión? Si_ No_ Explica tu respuesta					
¿Qué características cumple la combustión para que se catalogue como cambio químico justifica tu repuesta?					
¿Se equivocó Stahl al hablar de flogisto, qué sustancia de la combustión se relaciona con éste?					
¿Puedes identificar en la lectura otros cambios químicos? Si_, No__ Esclarece por qué son cambios químicos					
¿Qué importancia tiene la lectura anterior para la clase y que aprendizajes puedes aplicar en tu vida cotidiana?					

Gracias

Anexo 5. Guías de laboratorio

LABORATORIO DE BIOLOGÍA

Preparación de arroz con longaniza y queso **Grado 9** **Fecha** _____
Equipo N° 1 _____

Docente: Yucy Yadira Pino Gutiérrez

Objetivos:

Preparar arroz con longaniza y queso en fogón de leña

Visualizar el proceso de combustión y sus elementos para relacionarlos con el fogón de leña

Ingredientes para 6 porciones

1 libra de arroz.

½ libra de longaniza

½ libra de queso costeño

2 ramas de cebolla larga

1 zanahoria.

5 dientes de ajos.

1 pimentón.

½ libra de habichuela.

1 cebolla grande morada.

7 cucharadas de aceite.

Bija

Sal y agua cantidad necesaria.

Preparación

En una sartén grande se coloca el aceite, las verduras picadas, color o bija, la zanahoria rallada, se deja sofreír un poco, se le agrega, $\frac{3}{4}$ de la longaniza partida en pedazos considerables para que no se desbarate y otro cuarto de desmorona. Luego se echa el arroz previamente lavado y movemos, seguidamente colocamos el agua cantidad necesaria, sal teniendo en cuenta la sal del queso.

Cuando ya esté el arroz medio cocido con un poco de agua hirviendo y secando se le agrega el queso en trozos y se coloca a fuego bajo hasta que cocine totalmente, cuando seque por completo se voltea y se vuelve a tapar hasta que esponje, finalmente se sirve caliente.

Nota: durante el proceso de la preparación del arroz con longaniza y queso, es importante que los estudiantes estén atentos al fogón de leña de tal forma que puedan hablar posteriormente del proceso, ya que el plato es el pretexto; luego el objeto principal es proceso de la combustión en el fogón.

Anexo 6. Evaluación – monitoreo

INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROAMBIENTAL CARLOS HOLGUIN MALLARINO

NOMBRE: _____

GRUPO _____ **FECHA:** _____

EVALUACIÓN - MONITOREO

De acuerdo a las observaciones y conocimientos que se generaron en el desarrollo de los laboratorios, contesta las siguientes preguntas.

¿Qué entiende por cambio químico?

¿Cómo defines la palabra combustión?

¿Qué es un combustible y cuál utilizamos en el encendido del fogón de leña?

¿Cuál es el comburente en una combustión y cuál es su función?

Señala la diferencia que hay entre combustible y comburente

Explica que sustancia se obtiene de la combustión y porque

Gracias

Anexo 7. Entrevista

Nombre del entrevistado _____

Fecha _____ Grado _____

Responde de forma sincera las siguientes preguntas y justifica al respaldo de la hoja cada respuesta

El término correcto que describe la palabra combustión es:

Quema ____

Incendio ____

Oxidación ____

Candela ____

El principal agente de la combustión es el oxígeno, que nombre recibe en el proceso

Aire ____

Fuego ____

Combustible ____

Comburente ____

Cuál de los siguientes elementos queda sobrando si necesitas realizar una combustión

Madera ____

Plástico ____

Encendedor ____

Oxígeno ____

Cuál de los siguientes ejemplos No corresponde a un comburente

Acpm ____

Aceite ____

Agua ____

Alcohol ____

Qué característica en especial debe cumplir una sustancia para clasificarla como combustible

Durante el proceso de combustión de la parafina (vela) dentro de una campana o vaso de vidrio, esta se apaga por

Falta de combustible ____

Falta de comburente ____

Exceso de combustible ____

Exceso de comburente ____

Gracias